

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 10 月 13 日 (13.10.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/095882 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: F28F 13/18, B01D 53/26, F24F 3/147

〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西 2 丁目 4 番 1 2 号  
梅田センタービル Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/005963

(22) 国際出願日: 2005 年 3 月 29 日 (29.03.2005)

(72) 発明者; および

(25) 国際出願の言語: 日本語

(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 松下 裕彦 (MAT-SUSHITA, Hirohiko) [JP/JP]; 〒5918511 大阪府堺市金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内 Osaka (JP). 末岡 敬久 (SUEOKA, Takahisa) [JP/JP]; 〒5918511 大阪府堺市金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内 Osaka (JP). 池上 周司 (IKEGAMI, Shuji) [JP/JP]; 〒5918511 大阪府堺市金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内 Osaka (JP). 吉岡 俊 (YOSHIOKA, Shun) [JP/JP]; 〒5918511 大阪府堺市金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内 Osaka (JP). 大久保 英作 (OKUBO, Eisaku) [JP/JP]; 〒5918511 大阪府堺市金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内 Osaka (JP).

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

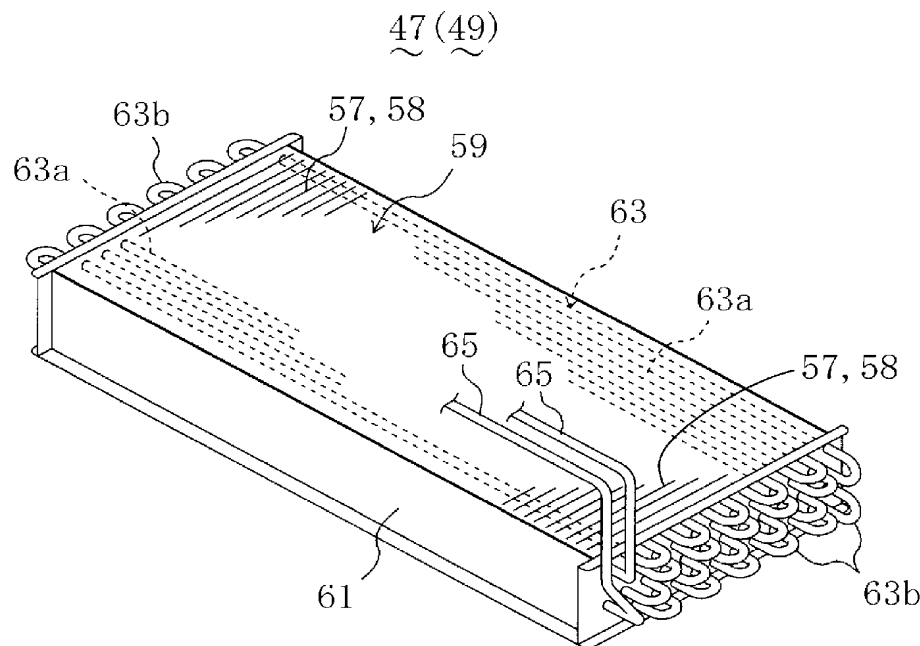
|               |                              |    |
|---------------|------------------------------|----|
| 特願2004-101880 | 2004 年 3 月 31 日 (31.03.2004) | JP |
| 特願2004-101747 | 2004 年 3 月 31 日 (31.03.2004) | JP |
| 特願2004-101879 | 2004 年 3 月 31 日 (31.03.2004) | JP |
| 特願2004-101727 | 2004 年 3 月 31 日 (31.03.2004) | JP |

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ダイキン工業株式会社 (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP];

[続葉有]

(54) Title: HEAT EXCHANGER

(54) 発明の名称: 熱交換器



(57) Abstract: The difference between the linear thermal expansion coefficient of a fin (57) and that of an absorbent layer (58) is set smaller than the difference between the linear thermal expansion coefficient of the fin (57) and that of the absorbent.

(57) 要約: フィン (57) の線熱膨張係数と吸着剤層 (58) の線熱膨張係数との差を、フィン (57) の線熱膨張係数と吸着剤の線熱膨張係数との差よりも小さくする。



WO 2005/095882 A1



(74) 代理人: 前田 弘, 外(MAEDA, Hiroshi et al.); 〒5410053 大阪府大阪市中央区本町2丁目5番7号 大阪丸紅ビル Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,

SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 熱交換器

### 技術分野

- [0001] 本発明は、熱交換器に関し、特に、吸着剤と冷凍サイクルとを利用して空気の湿度調節を行う調湿装置等に用いられる熱交換器に係るものである。

### 背景技術

- [0002] 従来より、空気中の水分を吸着する一方、空気中に水分を放出する機能を有する熱交換器として特許文献1に開示されたものがある。この熱交換器は、伝熱管としての銅管の周囲に板状のフィンが設けられている。この銅管やフィン表面には、空気中の水分の吸着と空気中への水分の脱離とを行う吸着剤が担持されている。
- [0003] この熱交換器は、上記特許文献1に開示されているように、例えば、吸着剤と冷凍サイクルとを利用して空気の湿度調節を行う調湿装置に用いられている。
- [0004] 上記調湿装置は2つの熱交換器を備えている。その運転中には、2つの熱交換器の一方がその銅管に温熱媒が供給されて蒸発器となり、他方がその銅管に冷媒が供給され凝縮器となっている。また、それぞれの銅管に供給する冷媒と温熱媒とを切り替えることによって、各熱交換器は交互に蒸発器として機能したり凝縮器として機能したりする。

特許文献1:特開平7-265649号公報

### 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0005] ところで、上記熱交換器は、上記調湿装置に用いられる場合、空気中の水分の吸着と空気中への水分の脱離とを繰り返すために、熱交換器の冷却と加熱とを繰り返す必要がある。この結果、上記フィンや吸着剤層等の熱交換器の構成部材は熱膨張及び収縮を繰り返すことになる。
- [0006] ここで、一般的に、熱交換器のフィンに用いられる部材の線熱膨張係数と、吸着剤として用いられる部材又はこの吸着剤を担持している吸着剤層の線熱膨張係数とは各々の材質に起因して大きく離れている。したがって、上記熱交換器に温度変化

が起こると、吸着剤層とフィンとの線熱膨張係数の差に起因して熱応力が発生し、吸着剤層とフィンとの接着面に剪断応力が作用する。その結果、上記吸着剤層がフィンから剥離する虞がある。

[0007] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、上記吸着剤層とフィンとの剥離を防止して、該吸着剤層の耐久性を向上させることにある。

#### 課題を解決するための手段

[0008] 第1の発明は、多数のフィン(57)を有すると共に、空気中の水分の吸着と空気中への水分の脱離とを行う吸着剤を備えた熱交換器を対象としている。

[0009] 上記フィン(57)の表面は、上記吸着剤と、該吸着剤を上記フィン(57)の表面に担持するためのバインダとを配合してなる吸着剤層(58)によって被覆されている。そして、上記フィン(57)の線熱膨張係数と上記吸着剤層(58)の線熱膨張係数との差が、上記フィン(57)の線熱膨張係数と上記吸着剤の線熱膨張係数との差よりも小さい。

[0010] この第1の発明では、上記フィン(57)の表面に吸着剤が担持されている。そして、被処理空気がフィン(57)の近傍を通過すると、空気中の水分が吸着剤に吸着され、被処理空気が除湿される。このとき水分が吸着されることにより発生する吸着熱を熱交換器の熱媒体によって回収している。一方、熱交換器の熱媒体によって熱を回収するのではなく、熱媒体によって熱を供給すると、吸着剤は加熱され、該吸着剤に吸着されていた水分が脱離する。こうして、被処理空気は加湿される。つまり、上記熱交換器が空気中の水分の吸着と空気中への水分の脱離とを繰り返すために、熱交換器の冷却と加熱とが繰り返される。

[0011] ここで、上記吸着剤のフィン(57)の表面への形成は、吸着剤とバインダとを配合してなる吸着剤層(58)によって行われ、フィン(57)の表面は、この吸着剤層(58)によって被覆されている。このバインダは、吸着剤同士を結合すると共に、吸着剤をフィン(57)の表面に固着している。

[0012] この場合、一般に、吸着剤として用いられる部材の線熱膨張係数と熱交換器のフィン(57)として用いられる部材の線熱膨張係数とは、各々の材質に起因して大きく離れている。本発明では、上記吸着剤とバインダを配合した吸着剤層(58)の線熱膨張

係数が、吸着剤の線熱膨張係数と比較して、フィン(57)の線熱膨張係数に近づくようにバインダを選定して吸着剤層(58)を形成している。このため、上記フィン(57)が熱膨張又は収縮して熱ひずみを生じると、吸着剤層(58)も同様に熱膨張又は収縮して、その熱ひずみはフィン(57)の熱ひずみと近いものとなる。

[0013] 第2の発明は、第1の発明において、上記バインダの線熱膨張係数が上記フィン(57)の線熱膨張係数以上である。

[0014] 一般に、吸着剤として用いられる部材の線熱膨張係数は熱交換器(47, 49)のフィン(57)として用いられる部材の線熱膨張係数よりも小さい。上記第2の発明では、吸着剤と、線熱膨張係数がフィン(57)の線熱膨張係数よりも大きいバインダとを配合することによって、上記吸着剤層(58)の線熱膨張係数をフィン(57)の線熱膨張係数に近づけている。

[0015] 上記吸着剤層(58)の線熱膨張係数は、配合した吸着剤とバインダとの質量比及びそれぞれの線熱膨張係数に大きく依存する。本発明では、そのうちの線熱膨張係数に着目したものであり、吸着剤、フィン(57)、バインダの順に線熱膨張係数が大きくなるようにバインダを選定している。配合する吸着剤とバインダの質量比は、吸着剤層(58)に求められる吸着性及び接着性によって決定される。

[0016] 第3の発明は、第1の発明において、上記バインダが、有機系の水系エマルジョンバインダである。

[0017] この第3の発明では、有機系の水エマルジョンバインが、無機系バインダに比べて柔軟性に優れている。

[0018] 第4の発明は、第3の発明において、上記水系エマルジョンバインダが、ウレタン樹脂、アクリル樹脂又はエチレン酢酸ビニル共重合体である。

[0019] 第5の発明は、多数のフィン(57)を有すると共に、空気中の水分の吸着と空気中への水分の脱離とを行う吸着剤を備えた熱交換器が対象である。

[0020] 上記フィン(57)の表面は、上記吸着剤と、該吸着剤を上記フィン(57)の表面に担持するためのバインダとを配合してなる吸着剤層(58)によって被覆されている。そして、上記吸着剤層(58)は、上記フィン(57)の温度変化による膨張又は収縮に対して、該フィン(57)から剥離することなく追従するように形成されている。

- [0021] この第5の発明では、上記フィン(57)の表面には吸着剤が担持されている。そして、被処理空気がこのフィン(57)の近傍を通過すると、空気中の水分が吸着剤に吸着され、被処理空気が除湿される。このとき水分が吸着されることにより発生する吸着熱を熱交換器の熱媒体によって回収している。一方、熱交換器の熱媒体によって熱を回収するのではなく、熱媒体によって熱を供給すると、吸着剤は加熱され、該吸着剤に吸着されていた水分が脱離する。こうして、被処理空気が加湿される。つまり、上記熱交換器が空気中の水分の吸着と空気中への水分の脱離とを繰り返すために、熱交換器の冷却と加熱とが繰り返される。その結果、上記フィン(57)は熱膨張と収縮とを繰り返す。
- [0022] ここで、上記吸着剤のフィン(57)の表面への形成は、吸着剤とバインダとを配合してなる吸着剤層(58)によって行われ、フィン(57)の表面は、この吸着剤層(58)によって被覆されている。このバインダは、吸着剤同士を結合すると共に、吸着剤をフィン(57)の表面に固着している。
- [0023] そして、上記吸着剤層(58)は、上記フィン(57)が温度変化によって膨張又は収縮しても、その変化に追従する。その結果、該フィン(57)から剥離することはない。
- [0024] 第6の発明は、第1の発明において、上記吸着剤層(58)の厚さ $t(\text{mm})$ と厚さ方向の熱伝導率 $\lambda(\text{W/mK})$ との関係が $t/\lambda \leq 10$ を満たしている。
- [0025] また、上記第6の発明は、多数のフィン(57)を有すると共に、空気中の水分の吸着と空気中への水分の脱離とを行う吸着剤が表面に担持された熱交換器であって、上記吸着剤のフィン表面の吸着剤層(58)において、その厚さ $t(\text{mm})$ と厚さ方向の熱伝導率 $\lambda(\text{W/mK})$ との関係が $t/\lambda \leq 10$ を満たすことを特徴とする熱交換器であってもよい。
- [0026] つまり、例えば、チューブ及びフィンの表面には、重量比においてシリカゲルに3～6%程度の酢酸ビニル樹脂を添加した固着層を形成している(特開平8-200876号公報参照)。しかしながら、一般的に、シリカゲルなどの空気中の水分の吸着と空気中への水分の脱離とを行う吸着剤では、熱伝導率の値はそれほど大きくない。そのため、上述したように、フィン表面にシリカゲルなどの固着層を形成すると、チューブの内部に形成された流体通路を通過する流体と被処理空気との間で行われる熱

交換の効率は低くなってしまふ。すなわち、従来のものでは、顕熱交換量が低下する虞がある。

[0027] 上記第6の発明では、フィン(57)の表面に吸着剤を担持する担持層が形成されても、熱交換器の顕熱交換量の低下を抑制するようにしたものである。

[0028] 第7の発明は、第6の発明において、上記フィンピッチが1.2mm以上3.5mm以下である。

[0029] 第8の発明は、第6の発明において、上記空気の風速が0.5m/s以上1.5m/s以下である。

[0030] 第9の発明は、第6の発明において、上記吸着剤層(58)の厚さ $t$ (mm)が0.05mm以上で且つ0.5mm以下である。

[0031] 第10の発明は、第6の発明において、上記吸着剤層(58)の熱伝導率 $\lambda$ (W/mK)が0.05W/mK以上で且つ1.00W/mK以下である。

[0032] 第11の発明は、第6の発明において、上記熱交換器(47, 49)がフィンアンドチューブ型の熱交換器である。

[0033] 第12の発明は、第1の発明において、上記吸着剤層(58)の吸着剤とバインダとの質量比(吸着剤の質量/バインダの質量)を吸着剤配合比とし、上記吸着剤層(58)におけるフィン(57)の表面に隣接するフィン隣接部の吸着剤配合比が、上記吸着剤層(58)の厚さ方向の最も外側に位置する最外部の吸着剤配合比よりも小さい。

[0034] また、上記第12の発明は、多数のフィン(57)を有すると共に、空気中の水分の吸着と空気中への水分の脱離とを行う吸着剤(60)が表面に担持された熱交換器であって、上記フィン(57)表面は、上記吸着剤(60)と該吸着剤(60)を上記フィン(57)表面に担持するためのバインダ(62)とを配合してなる吸着剤層(58)によって被覆され、上記吸着剤層(58)の吸着剤とバインダとの質量比(吸着剤の質量/バインダの質量)を吸着剤配合比とし、上記吸着剤層(58)におけるフィン(57)の表面に隣接するフィン隣接部の吸着剤配合比が、上記吸着剤層(58)の厚さ方向の最も外側に位置する最外部の吸着剤配合比よりも小さいことを特徴とする熱交換器であってもよい。

[0035] つまり、一般に、調湿能力を向上させるためには、熱交換器の吸着性能を高める必要がある。この吸着性能を高めるためには、フィンへの吸着剤の担持量を増加させ

ることが考えられる。その方策として、フィンの表面積はそのままフィンへの吸着剤の担持量を増加させるか、フィンの表面積を拡大させてフィンへの吸着剤の担持量を増加させることが考えられる。

[0036]      しかしながら、フィンの表面積はそのままフィンへの吸着剤の担持量を増加させると、吸着剤層が厚くなる。吸着剤層が厚くなると、吸着剤層の厚さ方向への剛性が下がるため、吸着剤層がフィンから剥離しやすくなり、吸着剤層とフィンとの接着性が低下する。一方で、フィンの表面積を拡大すると、吸着剤層とフィンとの接着性は維持されるが、熱交換器が大きくなり、ひいては装置全体の大型化を招き、実用的ではない。

[0037]      上記第12の発明では、上記吸着剤層(58)が厚みを有するものの、吸着剤層(58)の厚み方向について、吸着剤／バインダの質量比で表す吸着剤配合比を均一にするのではなく、吸着剤層(58)のフィン隣接部と最外部とで、上記吸着剤配合比を変えている。

[0038]      具体的には、フィン隣接部の上記吸着剤配合比が最外部の上記吸着剤配合比よりも小さくなるように構成されている。すなわち、フィン隣接部においてはバインダ(62)が比較的多く、最外部においては吸着剤(60)が比較的多くなっている。

[0039]      上記フィン(57)の表面と隣接する部分であって、上記吸着剤層(58)とフィン(57)の表面との界面を含んでいるフィン隣接部では、接着剤の役割を果たすバインダ(62)が比較的多くなっているため、該フィン隣接部と隣接するフィン(57)の表面との界面で接着性が向上する。なお、上記吸着剤配合比は吸着剤／バインダで表されることから、吸着剤層(58)のフィン隣接部の上記吸着剤配合比が零の場合、すなわち、フィン隣接部がバインダ(62)のみで構成される場合も含まれ、かかる場合に接着性は最大となる。

[0040]      一方、上記吸着剤層(58)の厚さ方向の最も外側に位置し、被処理空気と最もよく接触する最外部では、吸着剤(60)が比較的多くなっているため、吸着性能が向上する。

[0041]      第13の発明は、第12の発明において、上記吸着剤層(58)が、厚さ方向に上記吸着剤配合比が異なる多層構造となっている。



- [0042] この第13の発明では、上記吸着剤層(58)は、層毎に上記吸着剤配合比が異なっている。すなわち、上記吸着剤層(58)のフィン(57)の表面と隣接する位置には、上記バインダ(62)が比較的多いフィン隣接層(58a)が形成される一方、上記吸着剤層(58)の厚さ方向の最も外側には、上記吸着剤(60)が比較的多い最外層(58d)が形成されている。
- [0043] また、上記吸着剤層(58)は、多層構造となっているため、厚さ方向の亀裂に強い構造となっている。すなわち、例えば、吸着剤層(58)に曲げ荷重が作用して吸着剤層(58)に厚さ方向の亀裂が生じた場合に、該吸着剤層(58)が単層構造であれば、この亀裂は成長しやすく、容易にフィン(57)の表面まで達することになる。ところが、第13の発明においては、吸着剤層(58)が多層構造となっているため、各層の境界面毎に亀裂の成長が止まり、亀裂がフィン(57)の表面まで達しにくい構造となっている。
- [0044] 第14の発明は、第13の発明において、上記吸着剤層(58)の吸着剤配合比が、上記フィン(57)に近い層ほど小さい。
- [0045] この第14の発明では、上記吸着剤層(58)の吸着剤配合比を厚さ方向に見た場合に、上記フィン(57)の表面と隣接するフィン隣接層(58a)の上記吸着剤配合比が最も小さく、最も外側の最外層(58d)の上記吸着剤配合比が最も大きい。そして、該フィン隣接層(58a)から最外層(58d)に向かって各層の上記吸着剤配合比は漸次大きくなっている。
- [0046] このように吸着剤配合比を漸次変化させることによって、フィン隣接層(58a)とフィン(57)の表面との剥離が起こりにくい。更に、フィン隣接層(58a)と該フィン隣接層(58a)の外側の層(58b)との間で剥離が起こりにくく、また、被処理空気と比較的接触しやすい最外層(58d)の内側の層(58c)が吸着剤(60)の量が多いため、この層(58c)が被処理空気中の水分を吸着し易い。すなわち、上記フィン隣接層(58a)及び最外層(58d)だけでなく、吸着剤層(58)のうちフィン側に位置する層(58a, 58b)は接着性に優れる一方、外側に位置する層(58c, 58d)は吸着性に優れる多層構造として、吸着剤層(58)全体として接着性及び吸着性が向上する。
- [0047] 第15の発明は、第12の発明において、上記吸着剤(60)が、ゼオライト、シリカゲ

ル又はそれらの混合物であり、上記バインダ(62)が、ウレタン系樹脂、アクリル系樹脂又はエチレン酢酸ビニル共重合体である。

[0048] この第15の発明では、ウレタン樹脂、アクリル樹脂又はエチレン酢酸ビニル共重合体が、セメント類等の無機物系バインダと比較して耐衝撃性に優れている。

[0049] 第16の発明は、第1の発明において、上記吸着剤層(58)は、吸着剤が混入された有機系の水エマルジョンバインダの乾燥固化層から構成されている。

[0050] また、上記第16の発明は、多数のフィン(57)を有する本体の表面に吸着剤が担持され、上記本体の内部を流れる冷媒によって吸着剤を加熱又は冷却することで上記本体の外側を流れる空気中の水分を吸着剤で吸着又は脱着して空気の湿度を調節する調湿装置の熱交換器であって、上記吸着剤のフィン(57)表面の吸着剤層(58)は、吸着剤が混入された有機系の水エマルジョンバインダの乾燥固化層からなることを特徴とする調湿装置の熱交換器であってもよい。

[0051] つまり、一般に、熱交換器のフィン表面に吸着剤を担持させることにより潜熱処理能力を高めることができるが、潜熱処理能力をさらに高めるために吸着剤のフィン表面の担持量を増加させると、吸着剤層(58)の厚みが増大してフィンと吸着剤層(58)との密着性が低下する。特に、フィンと吸着剤層(58)とは熱膨張率の差に大きなひらきがあることから、加熱と冷却の繰り返しにより急激な温度変化が起こる環境下では密着性の問題は深刻である。一方、吸着剤のフィン表面への担持量を減少させると、所定の潜熱処理能力を確保するには熱交換部材が大型化してしまう。

[0052] そこで、第16の発明では、吸着剤が混入された有機系の水エマルジョンバインダの乾燥固化層から吸着剤層(58)を構成するようにしている。

[0053] 第17の発明は、第16の発明において、上記吸着剤が、ゼオライト、シリカゲル又はその混合物であり、上記水エマルジョンバインダが、ウレタン系樹脂、アクリル系樹脂又はエチレン酢酸ビニル共重合体であり、上記水エマルジョンバインダの固形分と吸着剤との質量配合比が、1:3以上で且つ1:10以下である。

[0054] 第18の発明は、第16の発明において、上記吸着剤層(58)は、厚さ $t$ (mm)が0.05mm以上で且つ0.5mm以下である。

発明の効果

- [0055] 本発明によれば、上記フィン(57)の線熱膨張係数と上記吸着剤層(58)の線熱膨張係数との差を、上記フィン(57)の線熱膨張係数と上記吸着剤の線熱膨張係数との差よりも小さくすることによって、吸着剤層(58)の線熱膨張係数をフィン(57)の線熱膨張係数に近づけている。このことによって、上記フィン(57)が加熱及び冷却により熱膨張及び収縮を繰り返しても、吸着剤層(58)はフィン(57)の熱膨張及び収縮に追従するので、両者の接着面に発生する剪断応力を低減させることができる。その結果、上記吸着剤層(58)とフィン(57)との剥離を防止して、吸着剤層(58)の耐久性を向上させることができる。
- [0056] また、上記吸着剤層(58)の線熱膨張係数は、フィン(57)の線熱膨張係数と略同等であることが好ましい。かかる場合には、吸着剤層(58)の熱ひずみとフィン(57)の熱ひずみとは略同等となり、両者の接着面には剪断応力がほとんど発生しない。
- [0057] 上記第2の発明によれば、上記バインダの線熱膨張係数を上記フィン(57)の線熱膨張係数以上とすることによって、吸着剤層(58)の線熱膨張係数をフィン(57)の線熱膨張係数により効果的に近づけることができる。
- [0058] 上記第3の発明によれば、有機系の水エマルジョンバインダを採用したので、無機系バインダに比べて柔軟性があり、急激な温度変化や衝撃に対して強くて剥離し難く、良好な密着性を得ることができる。よって、上記フィン(57)の線熱膨張係数と吸着剤層(58)の線熱膨張係数が完全には一致しない場合には、そのことにより発生する熱応力を吸着剤層(58)自体の柔軟性で吸収することができる。その結果、吸着剤層(58)のフィン(57)の熱膨張及び収縮に対する追従性をさらに向上させて、吸着剤層(58)の耐久性をさらに向上させることができる。
- [0059] 上記第5の発明によれば、上記フィン(57)が加熱及び冷却によって熱膨張及び収縮を繰り返しても、吸着剤層(58)はフィン(57)の熱膨張及び収縮に追従する。したがって、両者の接着面に発生する剪断応力が低減されるため、上記吸着剤層(58)がフィン(57)から剥離し難くなる。その結果、吸着剤層(58)の耐久性が向上する。
- [0060] 上記第6の発明によれば、吸着剤層(58)の厚さ $t$ (mm)と厚さ方向の熱伝導率 $\lambda$ (W/mK)とが $t/\lambda \leq 10$ を満たしているので、顕熱交換量の低下を抑制することができる。

- [0061] つまり、一般的に、空気中の水分の吸着と空気中への水分の脱離とを行うシリカゲルなどの吸着剤は、熱伝導率の値はそれほど大きくない。そのため、従来のように、フィン表面にシリカゲルなどの固着層を形成すると、冷媒と被処理空気との間で行われる熱交換の効率が低く、顕熱交換量が低下する虞がある。
- [0062] 上記第6の発明よれば、 $t/\lambda \leq 10$ を満たしているので、熱伝導率の値が小さい吸着剤を用いて吸着剤層(58)を形成する場合には、吸着剤層(58)を薄く形成することとなる。逆に、熱伝導率の値が大きい吸着剤を用いて吸着剤層(58)を形成する場合には、吸着剤層(58)を厚く形成することとなる。
- [0063] この結果、吸着剤層(58)における熱抵抗を小さく抑えることができる。そのため、冷凍回路を循環する冷媒と被処理空気との間で行われる熱交換の効率が低くなってしまふことはない。換言すると、第1及び2熱交換器(47, 49)の顕熱交換量の低下を抑制することができる。
- [0064] 上記第7の発明によれば、商用上有効なフィンピッチの熱交換器とすることができる。
- [0065] 上記第8の発明によれば、実用的な被処理空気の速度に設定することができる。
- [0066] 上記第9の発明によれば、実用上有効な吸着剤層(58)の厚さ $t(\text{mm})$ に設定することができる。つまり、上記吸着剤層(58)の厚さ $t(\text{mm})$ が $0.05\text{mm}$ 以上であれば、熱交換器(47, 49)の大きさを商用上有効な程度の大きさに抑えることができる。また、吸着剤層(58)の厚さ $t(\text{mm})$ が $0.5\text{mm}$ 以下であれば、動作時の第1及び2熱交換器(47, 49)の騒音を小さく抑えることができる。よって、上記第1及び2熱交換器(47, 49)の大きさを商用上有効な程度の大きさに抑えることができるとともに、動作時の第1及び2熱交換器(47, 49)の騒音を小さく抑えることができる。
- [0067] 上記第12の発明によれば、上記吸着剤層(58)のフィン隣接部の上記吸着剤配合比を最外部の上記吸着剤配合比よりも小さくすることによって、吸着剤層(58)におけるフィン(57)の表面への接着性と吸着剤層(58)の空気中の水分の吸着性とを同時に向上させることができる。
- [0068] 上記第13の発明によれば、上記吸着剤層(58)を厚さ方向に上記吸着剤配合比が異なる多層構造とすることによって、吸着剤層(58)は厚さ方向の亀裂に対して強

い構造となる。

[0069] 第14の発明によれば、吸着剤層(58)においてファンに近いほど上記吸着剤配合比を小さくすることによって、吸着剤層(58)全体として、接着性及び吸着性を向上させることができる。

[0070] 上記第15の発明によれば、セメント類等の無機物系バインダと比較して、耐衝撃性に優れ、振動等による吸着剤層(58)の剥離が起こりにくくなる。

[0071] 上記第16の発明によれば、吸着剤のフィン(57)の表面の吸着剤層(58)として、吸着剤が混入された有機系の水エマルジョンバインダの乾燥固化層を採用したので、無機系バインダの乾燥固化層に比べて柔軟性があり、急激な温度変化や衝撃に対して強くて剥離し難く、良好な密着性を得ることができる。したがって、単位面積当たりの吸着剤の混入量を多くしても密着性を良好に確保でき、吸着剤層(58)の厚みを必要以上に厚くしたり、熱交換器(47, 49)を大型化することなく潜熱処理能力を高めることができる。

[0072] 上記第17の発明によれば、水エマルジョンバインダの固形分と吸着剤との質量配合比を1:3以上で且つ1:10以下にしたので、広範囲な温度変化に対しても十分に密着性を確保することができる。

[0073] 上記第18の発明によれば、吸着剤層(58)の厚さ $t$ を0.05mm以上で且つ0.5mm以下にしたので、圧力損失を低減してファン効率の向上及びファン騒音の低減を達成することができる。

#### 図面の簡単な説明

[0074] [図1]図1は、実施形態1に係る調湿装置の概略構成図である。

[図2]図2は、実施形態1に係る調湿装置の冷媒回路を示す配管系統図である。

[図3]図3は、実施形態1に係る熱交換器の概略構成図である。

[図4]図4は、除湿運転の第1動作における空気の流れを示す調湿装置の概略構成図である。

[図5]図5は、除湿運転の第2動作における空気の流れを示す調湿装置の概略構成図である。

[図6]図6は、加湿運転の第1動作における空気の流れを示す調湿装置の概略構成

図である。

[図7]図7は、加湿運転の第2動作における空気の流れを示す調湿装置の概略構成図である。

[図8]図8は、実施形態2を示し、フィンピッチが1.2mmのときの $Q/Q_0$ の試算結果を示す図である。

[図9]図9は、実施形態2を示し、フィンピッチが1.6mmのときの $Q/Q_0$ の試算結果を示す図である。

[図10]図10は、実施形態2を示し、フィンピッチが2.0mmのときの $Q/Q_0$ の試算結果を示す図である。

[図11]図11は、実施形態3を示し、熱交換器のフィン表面に担持された吸着剤層の模式断面図である。

[図12]図12は、実施形態3を示し、亀裂が発生した吸着剤層の模式断面図である。

[図13]図13は、実施形態4を示し、水エマルジョンバインダの固形分と吸着剤との質量配合比を変えた際の吸着剤層の密着性と吸着性能を示す表である。

#### 符号の説明

- [0075] 47 第1熱交換器(熱交換器)  
49 第2熱交換器(熱交換器)  
57 フィン  
58 吸着剤層

#### 発明を実施するための最良の形態

[0076] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

[0077] 〈実施形態1〉

－調湿装置の構成－

《装置の全体構成》

図1はこの発明の実施形態に係る熱交換器を備える調湿装置の構成を概略的に示し、図1(a)は図1(b)のX-X線における断面図、図1(b)は内部を見せた状態の平面図であって図で下側が正面側である。図1(c)は図1(b)のY-Y線における断面図である。

- [0078] この調湿装置は矩形箱状のケーシング(1)を備えている。ケーシング(1)の内部は、前後に延びる第1仕切板(3)で収納容積の大きい左側の第1空間(5)と、収納容積の小さい右側の第2空間(7)とに区画されている。また、上記第1空間(5)は、左右に平行に延びる前後2枚の第2及び第3仕切板(9, 11)によって収納容積の大きい中央の第3空間(13)と、収納容積の小さい前後2つの第4及び第5空間(15, 17)とに区画されている。上記第3空間(13)は、前後に延びる第4仕切板(19)によって左側空間(13a)と右側空間(13b)とに区画されている。さらに、後側の第5空間(17)は、左右に水平に延びる第5仕切板(21)で上下に区画され、上側空間に第1流入路(23)が形成され、下側の空間に第1流出路(25)が形成されている。一方、前側の第4空間(15)も、左右に水平に延びる第6仕切板(27)で上下に区画され、上側空間に第2流入路(29)が形成され、下側の空間に第2流出路(31)が形成されている。
- [0079] 上記第3仕切板(11)には、4つの第1～4開口(11a～11d)が第3空間(13)の左右の空間(13a, 13b)と、第1流入路(23)及び第1流出路(25)とに連通するように上下左右に並んで形成されている(図1(a)参照)。また、上記第2仕切板(9)には、4つの第5～8開口(9a～9d)が第3空間(13)の左右の空間(13a, 13b)と、第2流入路(29)及び第2流出路(31)とに連通するように上下左右に並んで形成されている(図1(c)参照)。なお、これら第1～4開口(11a～11d)及び第5～8開口(9a～9d)には、図示しないが、ダンパがそれぞれ開閉自在に設けられている。
- [0080] 上記ケーシング(1)の左側面後側には、室外空気吸込口(33)が上記第1流入路(23)に連通するように形成され、上記ケーシング(1)の右側面後側には、排気吹出口(35)が形成されている。この排気吹出口(35)は、上記第2空間(7)後側に配置された排気ファン(37)に接続され、第1流出路(25)と連通している。一方、上記ケーシング(1)の左側面前側には、室内空気吸込口(39)が上記第2流入路(29)に連通するように形成され、ケーシング(1)の右側面前側には、給気吹出口(41)が形成されている。この給気吹出口(41)は、上記第2空間(7)前側に配置された給気ファン(43)に接続され、第2流出路(31)と連通している。
- [0081] このように構成されたケーシング(1)内には、図2に示すような冷媒回路(45)が収納されている。この冷媒回路(45)は、第1熱交換器(47)、第2熱交換器(49)、圧縮機

(51)、四方切換弁(53)及び電動膨張弁(55)が接続された閉回路に構成され、冷媒が充填され、この冷媒を循環させることにより蒸気圧縮式の冷凍サイクルが行われる。

[0082] 具体的には、圧縮機(51)の吐出側が四方切換弁(53)の第1ポートに接続され、吸入側が四方切換弁(53)の第2ポートに接続されている。第1熱交換器(47)の一端は四方切換弁(53)の第3ポートに接続され、他端は電動膨張弁(55)を介して第2熱交換器(49)の一端に接続されている。第2熱交換器(49)の他端は四方切換弁(53)の第4ポートに接続されている。四方切換弁(53)は、第1ポートと第3ポートが連通し且つ第2ポートと第4ポートが連通する状態(図2(a)に示す状態)と、第1ポートと第4ポートが連通し且つ第2ポートと第3ポートが連通する状態(図2(b)に示す状態)とに切り換え自在に構成されている。

[0083] 上記冷媒回路(45)は、四方切換弁(53)を切り換えることにより、第1熱交換器(47)が凝縮器として機能し且つ第2熱交換器(49)が蒸発器として機能する第1冷凍サイクル動作と、第1熱交換器(47)が蒸発器として機能し且つ第2熱交換器(49)が凝縮器として機能する第2冷凍サイクル動作とを切り換えて行う。また、冷媒回路(45)の各構成要素は、図1に示すように、第1熱交換器(47)が第3空間(13)の右側空間(13b)に、第2熱交換器(49)が第3空間(13)の左側空間(13a)に、圧縮機(51)が第2空間(7)の前後中程にそれぞれ配置されている。なお、図示しないが、四方切換弁(53)や電動膨張弁(55)も第2空間(7)に配置されている。

[0084] 《熱交換器》

上記第1及び第2熱交換器(47, 49)は、図3に示すように、クロスフィン型のフィン・アンド・チューブ熱交換器であり、多数枚のアルミニウム合金製フィン(57)が間隔をあけて並列に配置されたフィン群(59)を備えている。このフィン群(59)のフィン配列方向の両端面とフィン長手方向の両端側の端面とは、矩形の金属製枠板(61)で取り囲まれている。そして、第1及び第2熱交換器(47, 49)は上記枠板(61)を介して第3空間(13)の左右の空間(13a, 13b)にそれぞれ配置されている。

[0085] 上記フィン群(59)には伝熱管(63)が配置されている。この伝熱管(63)は直管部(63a)とU字管部(63b)とで蛇行状に形成されている。上記直管部(63a)は、上記フィ



ン群(59)をフィン配列方向に貫挿し、上記U字管部(63b)は、上記枠板(61)から突出している。また、上記伝熱管(63)の一端には接続管(65)の一端が接続され、この接続管(65)により伝熱管(63)を図示しない冷媒配管に接続されている。

[0086] 本発明の特徴として、上記第1及び第2熱交換器(47, 49)のフィン(57)の表面には、吸着剤とバインダとからなる吸着剤層(58)が被覆されている。この吸着剤としてはゼオライトが用いられ、バインダとしてはウレタン樹脂が用いられている。ここで、各材料の線熱膨張係数は、上記フィン(57)の材料であるアルミニウム合金が $23.6 \times 10^{-6} \text{ (K}^{-1}\text{)}$ であり、ゼオライトが $4.5 \sim 6.1 \times 10^{-6} \text{ (K}^{-1}\text{)}$ であり、ウレタン系樹脂が $100 \sim 200 \times 10^{-6} \text{ (K}^{-1}\text{)}$ である。

[0087] そして、上記吸着剤層(58)は、ゼオライトとウレタン系樹脂とが質量比5:1~8:1で配合されて構成されている。そして、上記吸着剤とフィン(57)と吸着剤同士がバインダによって固着され、吸着剤同士がバインダによって固着された状態でフィン(57)に積層されている。

[0088] 上記フィン(57)と吸着剤(ゼオライト)とは線熱膨張係数が大きく離れているため、熱交換器(47, 49)が加熱又は冷却されると、両者の熱ひずみは大きく異なる。仮に、上記吸着剤と略同様又はそれ以下の線熱膨張係数を有するバインダによって吸着剤をフィン(57)の表面に担持した場合には、両者間の線熱膨張係数の差に起因する熱応力が剪断応力として吸着剤層(58)とフィン(57)との界面に発生することになる。この剪断応力は、例えば、フィン(57)の縁端部や孔周りで特に大きく、上記吸着剤層(58)がフィン(57)から剥離する大きな要因の1つとなっている。

[0089] そこで、吸着剤とフィン(57)との間、及び吸着剤と吸着剤との間に介在するバインダの線熱膨張係数をフィン(57)材料よりも大きくして、すなわち、フィン(57)の材料の線熱膨張係数が吸着剤の線熱膨張係数とバインダの線熱膨張係数との間の値になるようにバインダを選定している。

[0090] こうすることによって、吸着剤層(58)全体としての線熱膨張係数を、吸着剤のみの場合と比較して、フィン(57)の線熱膨張係数に近づけている。すなわち、フィン(57)が加熱又は冷却によって膨張又は収縮すると、フィン(57)よりも相対的に線熱膨張係数が小さい吸着剤は、フィン(57)ほど熱ひずみを生じないが、吸着剤と吸着剤との

間等に介在してかつ、フィン(57)よりも相対的に線熱膨張係数が大きいバインダは、フィン(57)以上に熱ひずみを生じる。このように、バインダが吸着剤の熱ひずみを補うことによって、吸着剤層(58)全体として、フィン(57)の熱膨張又は収縮に追従することができる。

[0091] また、バインダとして有機系の水系エマルジョンバインダに属するウレタン樹脂を採用しているため、無機系バインダに比べて柔軟性に優れている。したがって、上記フィン(57)の熱膨張及び収縮に完全には追従できない場合であっても、そのことにより発生する熱応力をウレタン樹脂の柔軟性で吸収することができる。

[0092] すなわち、フィン(57)の熱膨張又は収縮に対する吸着剤層(58)の追従性は、水系エマルジョンバインダによって吸着剤層(58)の線熱膨張係数をフィン(57)の線熱膨張係数に近づけること、および、水系エマルジョンバインダ自体の柔軟性によって、向上している。

[0093] なお、上記吸着剤層(58)は、フィン(57)の表面を表面処理した後、吸着剤とバインダ溶液とを混合したスラリーをフィン(57)の表面に塗布し、スラリーが乾燥固化することで、吸着剤並びにフィン(57)及び吸着剤同士がバインダによって固着されて形成される。上記表面処理としては、スラリーがフィン(57)の表面ではじかないようにするための脱脂処理等が行われる。

[0094] また、上記熱交換器(47, 49)は、フィン(57)の表面だけでなく、伝熱管(63)、接続管(65)及び杵板(61)にも吸着剤層(58)を積層させて、熱交換器(47, 49)全体としての吸着性能を向上させている。

[0095] ー 調湿装置の調湿動作 ー

次に、上記のように構成された調湿装置の調湿動作について図4～7を参照しながら説明する。

[0096] この調湿装置では、除湿運転と加湿運転とが切り換え可能となっている。また、除湿運転中や加湿運転中には、第1動作と第2動作とが交互に繰り返される。

[0097] 《除湿運転》

除湿運転時において、調湿装置では、給気ファン(43)及び排気ファン(37)が運転される。そして、調湿装置は、室外空気(OA)を第1空気として取り込んで室内に供

給する一方、室内空気(RA)を第2空気として取り込んで室外に排出する。

[0098] まず、除湿運転時の第1動作について、図2及び図4を参照しながら説明する。この第1動作では、第1熱交換器(47)において吸着剤の再生が行われ、第2熱交換器(49)において第1空気である室外空気(OA)の除湿が行われる。

[0099] 第1動作時において、冷媒回路(45)では、四方切換弁(53)が図2(a)に示す状態に切り換えられる。この状態で圧縮機(51)を運転すると、冷媒回路(45)で冷媒が循環し、第1熱交換器(47)が凝縮器となって第2熱交換器(49)が蒸発器となる第1冷凍サイクル動作が行われる。具体的には、圧縮機(51)から吐出された冷媒は、第1熱交換器(47)で放熱して凝縮し、その後に電動膨張弁(55)へ送られて減圧される。減圧された冷媒は、第2熱交換器(49)で吸熱して蒸発し、その後に圧縮機(51)へ吸入されて圧縮される。そして、圧縮された冷媒は、再び圧縮機(51)から吐出される。

[0100] また、第1動作時には、第2開口(11b)、第3開口(11c)、第5開口(9a)及び第8開口(9d)が開口状態となり、第1開口(11a)、第4開口(11d)、第6開口(9b)及び第7開口(9c)が閉鎖状態になる。そして、図4に示すように、第1熱交換器(47)へ第2空気としての室内空気(RA)が供給され、第2熱交換器(49)へ第1空気としての室外空気(OA)が供給される。

[0101] 具体的には、室内空気吸込口(39)より流入した第2空気は、第2流入路(29)から第5開口(9a)を通過して第3空間(13)の右側空間(13b)へ送り込まれる。右側空間(13b)では、第2空気が第1熱交換器(47)を上から下へ向かって通過して行く。第1熱交換器(47)では、フィン(57)の表面に担持された吸着剤が冷媒により加熱され、この吸着剤から水分が脱離する。吸着剤から脱離した水分は、第1熱交換器(47)を通過する第2空気に付与される。第1熱交換器(47)で水分を付与された第2空気は、第3空間(13)の右側空間(13b)から第3開口(11c)を通過して第1流出路(25)へ流出する。その後、第2空気は、排気ファン(37)へ吸い込まれ、排気吹出口(35)から排出空気(EA)として室外へ排出される。

[0102] 一方、室外空気吸込口(33)より流入した第1空気は、第1流入路(23)から第2開口(11b)を通過して第3空間(13)の左側空間(13a)へ送り込まれる。左側空間(13a)で

は、第1空気が第2熱交換器(49)を上から下へ向かって通過して行く。第2熱交換器(49)では、フィン(57)の表面に担持された吸着剤に第1空気中の水分が吸着される。その際に生じる吸着熱は、冷媒が吸熱する。第2熱交換器(49)で除湿された第1空気は、第3空間(13)の左側空間(13a)から第8開口(9d)を通して第2流出路(31)へ流出する。その後、第1空気は、給気ファン(43)へ吸い込まれ、給気吹出口(41)から供給空気(SA)として室内へ供給される。

[0103] 次に、除湿運転時の第2動作について、図2及び図5を参照しながら説明する。この第2動作では、第2熱交換器(49)において吸着剤の再生が行われ、第1熱交換器(47)において第1空気である室外空気(OA)の除湿が行われる。

[0104] 第2動作時において、冷媒回路(45)では、四方切換弁(53)が図2(b)に示す状態に切り換えられる。この状態で圧縮機(51)を運転すると、冷媒回路(45)で冷媒が循環し、第1熱交換器(47)が蒸発器となって第2熱交換器(49)が凝縮器となる第2冷凍サイクル動作が行われる。具体的には、圧縮機(51)から吐出された冷媒は、第2熱交換器(49)で放熱して凝縮し、その後に電動膨張弁(55)へ送られて減圧される。減圧された冷媒は、第1熱交換器(47)で吸熱して蒸発し、その後に圧縮機(51)へ吸入されて圧縮される。そして、圧縮された冷媒は、再び圧縮機(51)から吐出される。

[0105] また、第2動作時には、第1開口(11a)、第4開口(11d)、第6開口(9b)及び第7開口(9c)が開口状態となり、第2開口(11b)、第3開口(11c)、第5開口(9a)及び第8開口(9d)が閉鎖状態となる。そして、図5に示すように、第1熱交換器(47)へ第1空気としての室外空気(OA)が供給され、第2熱交換器(49)へ第2空気としての室内空気(RA)が供給される。

[0106] 具体的には、室内空気吸込口(39)より流入した第2空気は、第2流入路(29)から第6開口(9b)を通して第3空間(13)の左側空間(13a)へ送り込まれる。左側空間(13a)では、第2空気が第2熱交換器(49)を上から下へ向かって通過して行く。第2熱交換器(49)では、フィン(57)の表面に担持された吸着剤が冷媒により加熱され、この吸着剤から水分が脱離する。吸着剤から脱離した水分は、第2熱交換器(49)を通過する第2空気に付与される。第2熱交換器(49)で水分を付与された第2空気は、第3

空間(13)の左側空間(13a)から第4開口(11d)を通過して第1流出路(25)へ流出する。その後、第2空気は、排気ファン(37)へ吸い込まれ、排気吹出口(35)から排出空気(EA)として室外へ排出される。

- [0107] 一方、室外空気吸込口(33)より流入した第1空気は、第1流入路(23)から第1開口(11a)を通過して第3空間(13)の右側空間(13b)へ送り込まれる。右側空間(13b)では、第1空気が第1熱交換器(47)を上から下へ向かって通過して行く。第1熱交換器(47)では、フィン(57)の表面に担持された吸着剤に第1空気中の水分が吸着される。その際に生じる吸着熱は、冷媒が吸熱する。第1熱交換器(47)で除湿された第1空気は、第3空間(13)の右側空間(13b)から第7開口(9c)を通過して第2流出路(31)へ流出する。その後、第1空気は、給気ファン(43)へ吸い込まれ、給気吹出口(41)から供給空気(SA)として室内へ供給される。

[0108] 《加湿運転》

加湿運転時において、調湿装置では、給気ファン(43)及び排気ファン(37)が運転される。そして、調湿装置は、室内空気(RA)を第1空気として取り込んで室外に排出する一方、室外空気(OA)を第2空気として取り込んで室内に供給する。

- [0109] まず、加湿運転時の第1動作について、図2及び図6を参照しながら説明する。この第1動作では、第1熱交換器(47)において第2空気である室外空気(OA)の加湿が行われ、第2熱交換器(49)において第1空気である室内空気(RA)から水分の回収が行われる。

- [0110] 第1動作時において、冷媒回路(45)では、四方切換弁(53)が図2(a)に示す状態に切り換えられる。この状態で圧縮機(51)を運転すると、冷媒回路(45)で冷媒が循環し、第1熱交換器(47)が凝縮器となって第2熱交換器(49)が蒸発器となる第1冷凍サイクル動作が行われる。

- [0111] また、第1動作時には、第1開口(11a)、第4開口(11d)、第6開口(9b)及び第7開口(9c)が開口状態になり、第2開口(11b)、第3開口(11c)、第5開口(9a)及び第8開口(9d)が閉鎖状態になる。そして、図6に示すように、第1熱交換器(47)には第2空気としての室外空気(OA)が供給され、第2熱交換器(49)には第1空気としての室内空気(RA)が供給される。

- [0112] 具体的には、室内空気吸込口(39)より流入した第1空気は、第2流入路(29)から第6開口(9b)を通過して第3空間(13)の左側空間(13a)へ送り込まれる。第2熱交換室(42)では、第1空気が第2熱交換器(49)を上から下へ向かって通過して行く。左側空間(13a)では、フィン(57)の表面に担持された吸着剤に第1空気中の水分が吸着される。その際に生じる吸着熱は、冷媒が吸熱する。その後、水分を奪われた第1空気は、第4開口(11d)、第1流出路(25)、排気ファン(37)を順に通過し、排出空気(EA)として排気吹出口(35)から室外へ排出される。
- [0113] 一方、室外空気吸込口(33)より流入した第2空気は、第1流入路(23)から第1開口(11a)を通過して第3空間(13)の右側空間(13b)へ送り込まれる。右側空間(13b)では、第2空気が第1熱交換器(47)を上から下へ向かって通過して行く。第1熱交換器(47)では、フィン(57)の表面に担持された吸着剤が冷媒により加熱され、この吸着剤から水分が脱離する。吸着剤から脱離した水分は、第1熱交換器(47)を通過する第2空気に付与される。その後、加湿された第2空気は、第7開口(9c)、第2流出路(31)、給気ファン(43)を順に通過し、供給空気(SA)として給気吹出口(41)から室内へ供給される。
- [0114] 次に、加湿運転時の第2動作について、図2及び図7を参照しながら説明する。この第2動作では、第2熱交換器(49)において第2空気である室外空気(OA)の加湿が行われ、第1熱交換器(47)において第1空気である室内空気(RA)から水分の回収が行われる。
- [0115] 第2動作時において、冷媒回路(45)では、四方切換弁(53)が図2(b)に示す状態に切り換えられる。この状態で圧縮機(51)を運転すると、冷媒回路(45)で冷媒が循環し、第1熱交換器(47)が蒸発器となって第2熱交換器(49)が凝縮器となる第2冷凍サイクル動作が行われる。
- [0116] また、第2動作時には、第2開口(11b)、第3開口(11c)、第5開口(9a)及び第8開口(9d)が開口状態になり、第1開口(11a)、第4開口(11d)、第6開口(9b)及び第7開口(9c)が閉鎖状態になる。そして、図7に示すように、第1熱交換器(47)には第1空気としての室内空気(RA)が供給され、第2熱交換器(49)には第2空気としての室外空気(OA)が供給される。

- [0117] 具体的には、室内空気吸込口(39)より流入した第1空気は、第2流入路(29)から第5開口(9a)を通過して第3空間(13)の右側空間(13b)に送り込まれる。右側空間(13b)では、第1空気が第1熱交換器(47)を上から下に向かって通過して行く。第1熱交換器(47)では、フィン(57)の表面に担持された吸着剤に第1空気中の水分が吸着される。その際に生じる吸着熱は、冷媒が吸熱する。その後、水分を奪われた第1空気は、第3開口(11c)、第1流出路(25)、排気ファン(37)を順に通過し、排出空気(EA)として排気吹出口(35)から室外へ排出される。
- [0118] 一方、室外空気吸込口(33)より流入した第2空気は、第1流入路(23)から第2開口(11b)を通過して第3空間(13)の左側空間(13a)に送り込まれる。左側空間(13a)では、第2空気が第2熱交換器(49)を上から下へ向かって通過して行く。第2熱交換器(49)では、フィン(57)の表面に担持された吸着剤が冷媒により加熱され、この吸着剤から水分が脱離する。吸着剤から脱離した水分は、第2熱交換器(49)を通過する第2空気に付与される。その後、加湿された第2空気は、第8開口(9d)、第2流出路(31)、給気ファン(43)を順に通過し、供給空気(SA)として給気吹出口(41)から室内へ供給される。
- [0119] 以上、全換気モードの除湿運転及び加湿運転について説明したが、この調湿装置は、次の運転も行う。
- [0120] 上記調湿装置は、室内空気(RA)を第1空気として取り込み室内に供給する一方、室外空気(OA)を第2空気として取り込み室外に排出する循環モードの除湿運転を行う。
- [0121] また、上記調湿装置は、室外空気(OA)を第1空気として取り込み室外に排出する一方、室内空気(RA)を第2空気として取り込み室内に供給する循環モードの加湿運転を行う。
- [0122] また、上記調湿装置は、室外空気(OA)を第1空気として取り込み室内に供給する一方、室外空気(OA)を第2空気として取り込み室外に排出する給気モードの除湿運転を行う。
- [0123] また、上記調湿装置は、室外空気(OA)を第1空気として取り込み室外に排出する一方、室外空気(OA)を第2空気として取り込み室内に供給する給気モードの加湿

運転を行う。

[0124] また、上記調湿装置は、室内空気(RA)を第1空気として取り込み室内に供給する一方、室内空気(RA)を第2空気として取り込み室外に排出する排気モードの除湿運転を行う。

[0125] また、上記調湿装置は、室内空気(RA)を第1空気として取り込み室外に排出する一方、室内空気(RA)を第2空気として取り込み室内に供給する排気モードの加湿運転を行う。

[0126] ー本実施形態の効果ー

上記調湿装置において、上記第1熱交換器(47)及び第2熱交換器(49)は冷媒による加熱及び冷却が繰り返され、上記フィン(57)は熱膨張及び収縮を繰り返すが、フィン(57)の表面に積層された吸着剤層(58)は、フィン(57)から剥離することなく、フィン(57)の膨張及び収縮に追従することができる。

[0127] 具体的には、上記吸着剤層(58)は、その線熱膨張係数がフィン(57)の線熱膨張係数と近いこと、フィン(57)の熱膨張及び収縮に追従して、同様に熱膨張及び収縮する。その結果、上記吸着剤層(58)とフィン(57)との間に発生する熱応力を低減し、吸着剤層(58)の剥離を防止し、吸着剤層(58)の耐久性を向上させることができる。なお、吸着剤層(58)の線熱膨張係数は、フィン(57)の線熱膨張係数と略同等であることが好ましく、両者の差が小さいほど追従性は向上する。

[0128] また、バインダとしてウレタン樹脂を用いている。このウレタン樹脂の線熱膨張係数は、フィン材料であるアルミニウム合金の線熱膨張係数よりも大きいこと、吸着剤層(58)の線熱膨張係数をフィン(57)の線熱膨張係数に効果的に近づけることができる。

[0129] また、このウレタン樹脂は有機系の水系エマルジョンバインダに属している。この有機系の水系エマルジョンバインダを採用することによって、上記吸着剤層(58)は無機系バインダに比べて柔軟性がある。したがって、急激な温度変化や衝撃に対して強く剥離し難く、良好な密着性を得ることができる。つまり、上記吸着剤層(58)の線熱膨張係数とフィン(57)の線熱膨張係数とが近い値となるが完全に一致しないことから、その差に起因して吸着剤層(58)とフィン(57)との界面に熱応力が発生する場合がある。この場合であっても、該吸着剤層(58)は、吸着剤層(58)自体の柔軟性で熱



応力を吸収し、フィン(57)から剥離し難い。よって、吸着剤層(58)の耐久性をさらに向上させることができる。

[0130]       —その他の構成—

なお、本発明は、上記実施形態1について、以下のような構成としてもよい。すなわち、上記吸着剤として、ゼオライトを採用しているが、それ以外であってもよく、例えば、シリカゲル、ゼオライトとシリカゲルの混合物、活性炭、親水性若しくは吸水性を有する有機高分子ポリマ系材料、カルボキシル基若しくはスルホン酸基を有するイオン交換樹脂系材料、感温性高分子等の機能性高分子材料、又はセピオライト、イモゴライト、アロフェン若しくはカオリナイト等の粘土鉱物系材料等、水分の吸着に優れているものであれば採用することができる。

[0131]       また、バインダについても、上記ウレタン樹脂以外に、例えば、アクリル樹脂又はエチレン酢酸ビニル共重合体を採用することができる。これらは、柔軟性に優れており、フィン(57)の熱膨張及び収縮に追従できるとともに、上記吸着剤と配合されて吸着剤層(58)を形成することによって、吸着剤層(58)の線熱膨張係数をフィン(57)の線熱膨張係数に近づけることができる。

[0132]       〈実施形態2〉

次に、本発明の実施形態2を詳細に説明する。

[0133]       本実施形態は、吸着剤層(58)の厚さ $t$ と熱伝導率 $\lambda$ とを特定するようにしたものである。つまり、本実施形態は、実施形態1のように、フィン(57)の材料と吸着剤とバインダとの線熱膨張係数の関係とは別個に適用してもよい。また、本実施形態は、上記実施形態1の各材料の線熱膨張係数の関係と共に適用してもよい。

[0134]       具体的に、上記吸着剤層(58)の厚さ $t(\text{mm})$ と厚さ方向の熱伝導率 $\lambda(\text{W/mK})$ との関係は、 $t/\lambda \leq 10$ を満たしている。そのため、具体的には、熱伝導率 $\lambda$ の値が小さい吸着剤を用いて吸着剤層(58)を形成する場合には、吸着剤層(58)を薄く形成し、逆に、熱伝導率 $\lambda$ の値が大きい吸着剤を用いて吸着剤層(58)を形成する場合には、吸着剤層(58)を厚く形成すればよい。

[0135]       したがって、 $t/\lambda \leq 10$ のとき、吸着剤層(58)における熱抵抗を小さく抑えることができる。そのため、冷凍回路を循環する冷媒と被処理空気との間で行われる熱交

換の効率は高く、その結果、上記第1及び第2熱交換器(47, 49)の顕熱交換量を大きくすることができる。

- [0136] 上記 $t/\lambda \leq 10$ という関係式は、以下に示す試算結果から妥当である。
- [0137] フィンピッチが1.2mmであるフィン(57)に対して、 $t/\lambda$  ( $\text{m}^2\text{K}/\text{kW}$ )及び被処理空気の前面速度( $\text{m}/\text{s}$ )を変数とし、吸着剤が担持されていない熱交換器の顕熱交換量( $Q_0$ )に対する吸着剤(例えば、ゼオライト)が担持されている熱交換器の顕熱交換量( $Q$ )の比( $Q/Q_0$ )を試算すると、図8に示すように、 $t/\lambda \leq 6$ においては $Q/Q_0 \geq 0.96$ となる。
- [0138] また、フィンピッチが1.6mmであるフィン(57)に対して $Q/Q_0$ を試算すると、図9に示すように、 $t/\lambda \leq 8$ においては $Q/Q_0 \geq 0.88$ となる。
- [0139] また、フィンピッチが2.0mmであるフィン(57)に対して $Q/Q_0$ を試算すると、図10に示すように、 $t/\lambda \leq 10$ においては $Q/Q_0 \geq 0.80$ となる。
- [0140] 以上より、フィンピッチが1.2mm、1.6mm及び2.0mmのとき、 $t/\lambda \leq 10$ であれば $Q/Q_0 \geq 0.80$ となる。そして、 $Q/Q_0 \geq 0.80$ であれば、上記第1及び第2熱交換器(47, 49)における顕熱交換量は大きいと言える。そのため、フィン表面に $t/\lambda \leq 10$ を満たす吸着剤層(58)を形成すれば、吸着剤層(58)における熱抵抗を小さく抑えることができ、その結果、上記第1及び第2熱交換器(47, 49)における顕熱交換量を大きくすることができる。
- [0141] なお、 $Q/Q_0$ を試算する際、上記第1及び第2熱交換器(47, 49)を運転させるときの被処理空気の前面速度は $0.5\text{m}/\text{s}$ 以上で且つ $1.5\text{m}/\text{s}$ 以下であるため、被処理空気の前面速度の範囲を $0\text{m}/\text{s}$ 以上で且つ $2.0\text{m}/\text{s}$ 以下として試算している。
- [0142] また、図8、9及び10に示すように、フィンピッチが長くなると $Q/Q_0 \geq 0.80$ を満たす $t/\lambda$  ( $\text{m}^2\text{K}/\text{kW}$ )の値は小さくなる。このため、例えば、フィンピッチ3.5mmであるフィン(57)を備えた熱交換器では、 $t/\lambda \leq 5$ であることが好ましい。
- [0143] 上記吸着剤のフィン表面の吸着剤層(58)の厚さ $t(\text{mm})$ の範囲は、 $0.05\text{mm}$ 以上で且つ $0.5\text{mm}$ 以下である。吸着剤層(58)の厚さ $t(\text{mm})$ の範囲をこのように限定することにより、圧力損失を低減してファン効率の向上及びファン騒音の低減を達成することができる。

- [0144] 吸着剤層(58)の吸着剤としては、ゼオライト、シリカゲル、活性炭、親水性又は吸水性を有する有機高分子ポリマー系材料、カルボン酸基又はスルホン酸基を有するイオン交換樹脂系材料、感温性高分子等の機能性高分子材料、セピオライト、イモゴライト、アロフェン及びカオリナトなどの粘土鉱物系材料などを用いることができ、それらの吸着剤の熱伝導率は、 $0.05\text{W}/\text{mK}$ 以上 $1\text{W}/\text{mK}$ 以下である。
- [0145] なお、吸着剤層(58)には吸着剤以外に接着剤が含まれているが、厚さ方向の熱伝導率 $\lambda$ は吸着剤の熱伝導率の値と近い値を示していると考えている。
- [0146] また、各フィン(57)の外表面に吸着剤層(58)を形成する方法は、吸着剤をディップ成形により担持させることにより形成してもよく、また、吸着剤としての性能を損なわない限り、如何なる方法で吸着剤層(58)を形成してもよい。
- [0147] 上記吸着剤をディップ成形により担持させると、吸着剤層(58)をフィン(57)以外の部分、例えば、杵板(61)、伝熱管(63)、接続管(65)などにも担持させることができる。そして、フィン(57)以外の部分に吸着剤層(58)を形成する場合には、吸着剤層(58)における熱抵抗の大きさを考慮する必要はないため、フィン(57)よりも厚く形成して吸脱着性能を向上させてもよい。
- [0148] その他の構成、作用及び効果は実施形態1と同様である。
- [0149] 〈実施形態3〉  
次に、本発明の実施形態3を詳細に説明する。
- [0150] 本実施形態は、吸着剤層(58)のフィン隣接部と最外部とで、吸着剤配合比を変えるようにしたものである。つまり、本実施形態は、実施形態1のように、フィン(57)の材料と吸着剤とバインダとの線熱膨張係数の関係とは別個に適用してもよい。また、本実施形態は、上記実施形態1の各材料の線熱膨張係数の関係及び実施形態2の吸着剤層(58)の厚さと熱伝導率との関係の少なくとも何れかと共に適用してもよい。
- [0151] 具体的に、上記吸着剤層(58)は、図11に示すように、フィン(57)の表面から厚さ方向外側に向かって順に、フィン隣接層(58a)、第2層(58b)、第3層(58c)及び最外層(58d)が積層された多層構造になっている。
- [0152] 図8において、○印が吸着剤(60)を表しており、○印の密度が濃いほど吸着剤配合比が大きいことを示す。また、図8は、各層の吸着剤配合比の差異を明確にするた

め、○印(吸着剤(60))の疎密を誇張して表している。

[0153]     そして、フィン隣接層(58a)から最外層(58d)へ向かって順に吸着剤配合比が漸次大きく、吸着剤層(58)のうちフィン隣接層(58a)が最も吸着剤(60)が少なく、最外層(58d)が最も吸着剤(60)が多くなっている。逆に、吸着剤層(58)のうちフィン隣接層(58a)が最もバインダ(62)が多く、最外層(58d)が最もバインダ(62)が少なくなっている。

[0154]     上記吸着剤層(58)は、フィン(57)の表面を表面処理した後、吸着剤(60)とバインダ溶液とを混合したスラリーをフィン(57)の表面に塗布し、スラリーが乾燥固化することで、吸着剤(60)並びにフィン(57)及び吸着剤(60)同士がバインダ(62)によって固着されて形成される。このとき、吸着剤配合比の異なるスラリーを重ね塗ることによって、上記吸着剤層(58)は多層構造となる。また、吸着剤配合比が小さいスラリーから重ね塗ることによって、フィン(57)に近い層ほど吸着剤配合比が小さく、吸着剤層(58)の最外層(58d)に向かって吸着剤配合比が漸次大きくなる。なお、上記表面処理としては、スラリーがフィン(57)の表面ではじかないようにするための脱脂処理等が行われる。

[0155]     －本実施形態の効果－

上記調湿装置において、上記第1空気又は第2空気が蒸発器として機能する第1又は第2熱交換器(47, 49)を通過する際に、第1及び第2熱交換器(47, 49)の外表面に形成された吸着剤層(58)の最も外側に位置する、すなわち、第1空気又は第2空気と最もよく接触する最外層(58d)には吸着剤(60)が比較的多く配合されているため、第1又は第2空気中の水分は吸着剤(60)に効率良く吸着される。

[0156]     また、上記吸着剤層(58)とフィン(57)との界面を形成するフィン隣接層(58a)にはバインダ(62)が比較的多く配合されているため、吸着剤層(58)は、しっかりとフィン(57)に接着している。

[0157]     したがって、上記第1及び第2熱交換器(47, 49)の外表面に形成された吸着剤層(58)をフィン隣接層(58a)にはバインダ(62)が比較的多く、最外層(58d)には吸着剤(60)が比較的多くなるように構成することによって、吸着剤層(58)のフィン(57)の表面への接着性と吸着剤層(58)の空気中の水分の吸着性とを同時に向上させることが

できる。

[0158]     そして、上記吸着剤層(58)は多層構造となっているため、吸着剤層(58)に曲げ荷重等が作用し、厚さ方向に亀裂が生じた場合には、図12に示すように、各層の境界面毎に各亀裂の成長が止まる。したがって、上記吸着剤層(58)は厚さ方向の亀裂に強い構造となっている。

[0159]     また、上記吸着剤層(58)の多層構造は、フィン隣接層(58a)から最外層(58d)に向かって吸着剤配合比が漸次増大しているため、フィン隣接層(58a)だけでなくフィン(57)の表面に近い第2層(58b)も接着性に優れており一方、最外層(58d)だけでなく吸着剤層(58)の外表面に近い第3層(58c)も吸着性に優れており、吸着剤層(58)全体として接着性及び吸着性を向上させることができる。

[0160]     さらに、上記バインダ(62)は、ウレタン樹脂、アクリル樹脂又はエチレン酢酸ビニル共重合体を採用することによって、セメント類等の無機物系バインダと比較して耐衝撃性に優れた吸着剤層(58)を形成することができる。

[0161]     その他の構成、作用及び効果は実施形態1と同様である。

[0162]     〈実施形態4〉

次に、本発明の実施形態4を詳細に説明する。

[0163]     本実施形態は、吸着剤層(58)を吸着剤が混入された有機系の水エマルジョンバインダの乾燥固化層から構成するようにしたものである。吸着剤層(58)のフィン隣接部と最外部とで、吸着剤配合比を変えるようにしたものである。つまり、本実施形態は、実施形態1のように、フィン(57)の材料と吸着剤とバインダとの線熱膨張係数の関係とは別個に適用してもよい。また、本実施形態は、上記実施形態1の各材料の線熱膨張係数の関係、実施形態2の吸着剤層(58)の厚さと熱伝導率との関係及び実施形態3の吸着剤層(58)のフィン隣接部と最外部との吸着剤配合比の関係の少なくとも何れかと共に適用してもよい。

[0164]     具体的に、上記有機系の水エマルジョンバインダの乾燥固化層は、無機系バインダの乾燥固化層に比べて柔軟性があり、急激な温度変化や衝撃に対して強くて剥離し難く、フィン(57)と吸着剤層(58)とに大きな熱膨張率の差があっても良好な密着性を得ることができる。したがって、単位面積当たりのバインダ量を少なくして吸着剤の

混入量を多くしても密着性を良好に確保でき、吸着剤層(58)の厚みを必要以上に厚くしたり、熱交換器(47, 49)を大型化することなく潜熱処理能力を高めることができる。

[0165] 上記吸着剤のフィン(57)の表面の吸着剤層(58)の厚みは、圧力損失を低減してファン効率の向上及びファン騒音の低減を達成する観点から、 $50\mu\text{m}$ 以上で且つ $500\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。なお、フィン(57)以外にも吸着剤の吸着剤層(58)を形成してもよい。この場合、圧力損失増加にあまり影響しない箇所(例えば、桙板(61)、伝熱管(63)及び接続管(65)には、吸着剤層(58)をフィン(57)よりも厚く形成して吸脱着性能を向上させてもよい。

[0166] 上記吸着剤としては、例えば、ゼオライト、シリカゲル、活性炭、親水性又は吸水性の官能基を有する有機高分子ポリマ系材料、カルボキシル基又はスルホン酸基を有するイオン交換樹脂系材料、感温性高分子等の機能性高分子材料、セピオライト、イモゴライト、アロフェン及びカオリナイト等の粘土鉱物系材料等、水分の吸着に優れているものであれば特にこだわらないが、分散性や粘度等を考慮するとゼオライト、シリカゲル又はその混合物が好ましい。

[0167] 上記水エマルジョンバインダは、ウレタン系樹脂、アクリル系樹脂又はエチレン酢酸ビニル共重合体であり、上記水エマルジョンバインダの固形分と吸着剤との質量配合比は1:3以上で且つ1:10以下、好ましくは1:5以上で且つ1:8以下である。この質量配合比により、広範囲な温度変化に対しても十分に密着性を確保することができる。なお、担持方法としては、例えば、上記吸着剤を混合したスラリーに浸漬する方法があるが、吸着剤の性能を確保できる方法であれば特にこだわらない。

[0168] 図13は、水エマルジョンバインダの固形分と吸着剤との質量配合比を変えた際の吸着剤層(58)の密着性(初期)と吸着性能とを示している。なお、この図13では、吸着剤としてゼオライトを、水エマルジョンバインダとしてウレタン系のものをそれぞれ用いた。

[0169] 図13において、◎印は密着性や吸着性能が良好なことを、○印は◎印よりは密着性や吸着性能が若干下がるが、使用に問題のないことを、×印は吸着剤層(58)が剥離したり吸着性能が十分に発揮されず使用に耐えないことを、一印は剥離により

吸着性能を測定できないことをそれぞれ表す。

- [0170] 上記図13の結果、吸着性能を上げるために、水エマルジョンバインダの固形分と吸着剤との質量配合比を1:15とバインダ量を少なくして吸着剤量を多くすると、吸着剤層(58)が硬くなってヒビ割れて剥離してしまった。一方、密着性を上げるために、水エマルジョンバインダの固形分と吸着剤との質量配合比を1:1とバインダ量を多くして吸着剤量を少なくすると、密着性は良かったが、吸着性能が低下した。これに対し、水エマルジョンバインダの固形分と吸着剤との質量配合比が1:3以上で且つ1:10以下の場合には、いずれも密着性及び吸着性能共に望ましい結果を得ることができた。なかでも、水エマルジョンバインダの固形分と吸着剤との質量配合比が1:5以上で且つ1:8以下の場合に優れた密着性及び吸着性能を得ることができた。

- [0171] その他の構成、作用及び効果は実施形態1と同様である。

#### 産業上の利用可能性

- [0172] この発明は、吸着剤と冷凍サイクルとを利用して空気の湿度調節を行う調湿装置に有用である。

### 請求の範囲

- [1] 多数のフィン(57)を有すると共に、空気中の水分の吸着と空気中への水分の脱離とを行う吸着剤を備えた熱交換器であって、  
上記フィン(57)の表面は、上記吸着剤と、該吸着剤を上記フィン(57)の表面に担持するためのバインダとを配合してなる吸着剤層(58)によって被覆され、  
上記フィン(57)の線熱膨張係数と上記吸着剤層(58)の線熱膨張係数との差が、上記フィン(57)の線熱膨張係数と上記吸着剤の線熱膨張係数との差よりも小さいことを特徴とする熱交換器。
- [2] 請求項1において、  
上記バインダの線熱膨張係数は、上記フィン(57)の線熱膨張係数以上であることを特徴とする熱交換器。
- [3] 請求項1において、  
上記バインダは、有機系の水系エマルジョンバインダであることを特徴とする熱交換器。
- [4] 請求項3において、  
上記水系エマルジョンバインダは、ウレタン系樹脂、アクリル系樹脂又はエチレン酢酸ビニル共重合体であることを特徴とする熱交換器。
- [5] 多数のフィン(57)を有すると共に、空気中の水分の吸着と空気中への水分の脱離とを行う吸着剤を備えた熱交換器であって、  
上記フィン(57)の表面は、上記吸着剤と、該吸着剤を上記フィン(57)の表面に担持するためのバインダとを配合してなる吸着剤層(58)によって被覆され、  
上記吸着剤層(58)は、上記フィン(57)の温度変化による熱膨張又は収縮に対して、該フィン(57)から剥離することなく追従するようになっていることを特徴とする熱交換器。
- [6] 請求項1において、  
上記吸着剤層(58)は、該吸着剤層(58)の厚さ $t$ (mm)と厚さ方向の熱伝導率 $\lambda$ (W/mK)との関係が $t/\lambda \leq 10$ を満たす



ことを特徴とする熱交換器。

- [7] 請求項6ににおいて、  
上記フィンピッチが1.2mm以上3.5mm以下である  
ことを特徴とする熱交換器。
- [8] 請求項6に記載の熱交換器において、  
上記空気の風速が0.5m/s以上1.5m/s以下である  
ことを特徴とする熱交換器。
- [9] 請求項6において、  
上記吸着剤層(58)は、厚さ $t$ (mm)が0.05mm以上で且つ0.5mm以下である  
ことを特徴とする熱交換器。
- [10] 請求項6において、  
上記吸着剤層(58)は、熱伝導率 $\lambda$ (W/mK)が0.05W/mK以上で且つ1.00W/mK以下である  
ことを特徴とする熱交換器。
- [11] 請求項6において、  
上記熱交換器(47, 49)は、フィンアンドチューブ型の熱交換器である  
ことを特徴とする熱交換器。
- [12] 請求項1において、  
上記吸着剤層(58)の吸着剤とバインダとの質量比(吸着剤の質量/バインダの質量)を吸着剤配合比とし、上記吸着剤層(58)におけるフィン(57)の表面に隣接するフィン隣接部の吸着剤配合比が、上記吸着剤層(58)の厚さ方向の最も外側に位置する最外部の吸着剤配合比よりも小さい  
ことを特徴とする熱交換器。
- [13] 請求項12において、  
上記吸着剤層(58)は、厚さ方向に上記吸着剤配合比が異なる多層構造となっている  
ことを特徴とする熱交換器。
- [14] 請求項13において、

上記吸着剤層(58)は、上記フィン(57)に近い層ほど、上記吸着剤配合比が小さい

ことを特徴とする熱交換器。

[15] 請求項12において、

上記吸着剤(60)は、ゼオライト、シリカゲル又はそれらの混合物であり、

上記バインダ(62)は、ウレタン系樹脂、アクリル系樹脂又はエチレン酢酸ビニル共重合体である

ことを特徴とする熱交換器。

[16] 請求項1において、

上記吸着剤層(58)は、吸着剤が混入された有機系の水エマルジョンバインダの乾燥固化層からなる

ことを特徴とする熱交換器。

[17] 請求項16において、

上記吸着剤は、ゼオライト、シリカゲル又はその混合物であり、

上記水エマルジョンバインダは、ウレタン系樹脂、アクリル系樹脂又はエチレン酢酸ビニル共重合体であり、

上記水エマルジョンバインダの固形分と吸着剤との質量配合比が、1:3以上で且つ1:10以下である

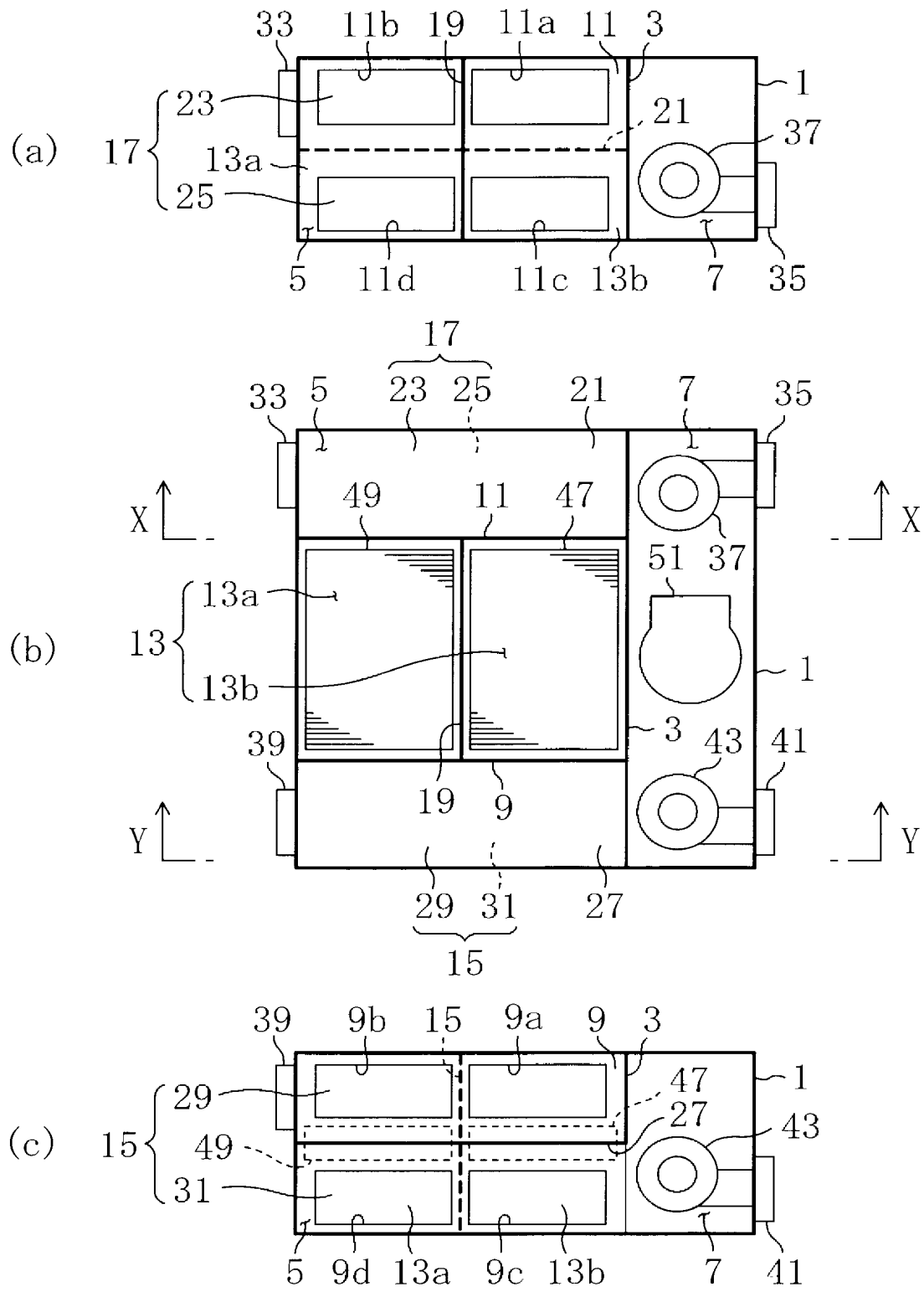
ことを特徴とする熱交換器。

[18] 請求項16において、

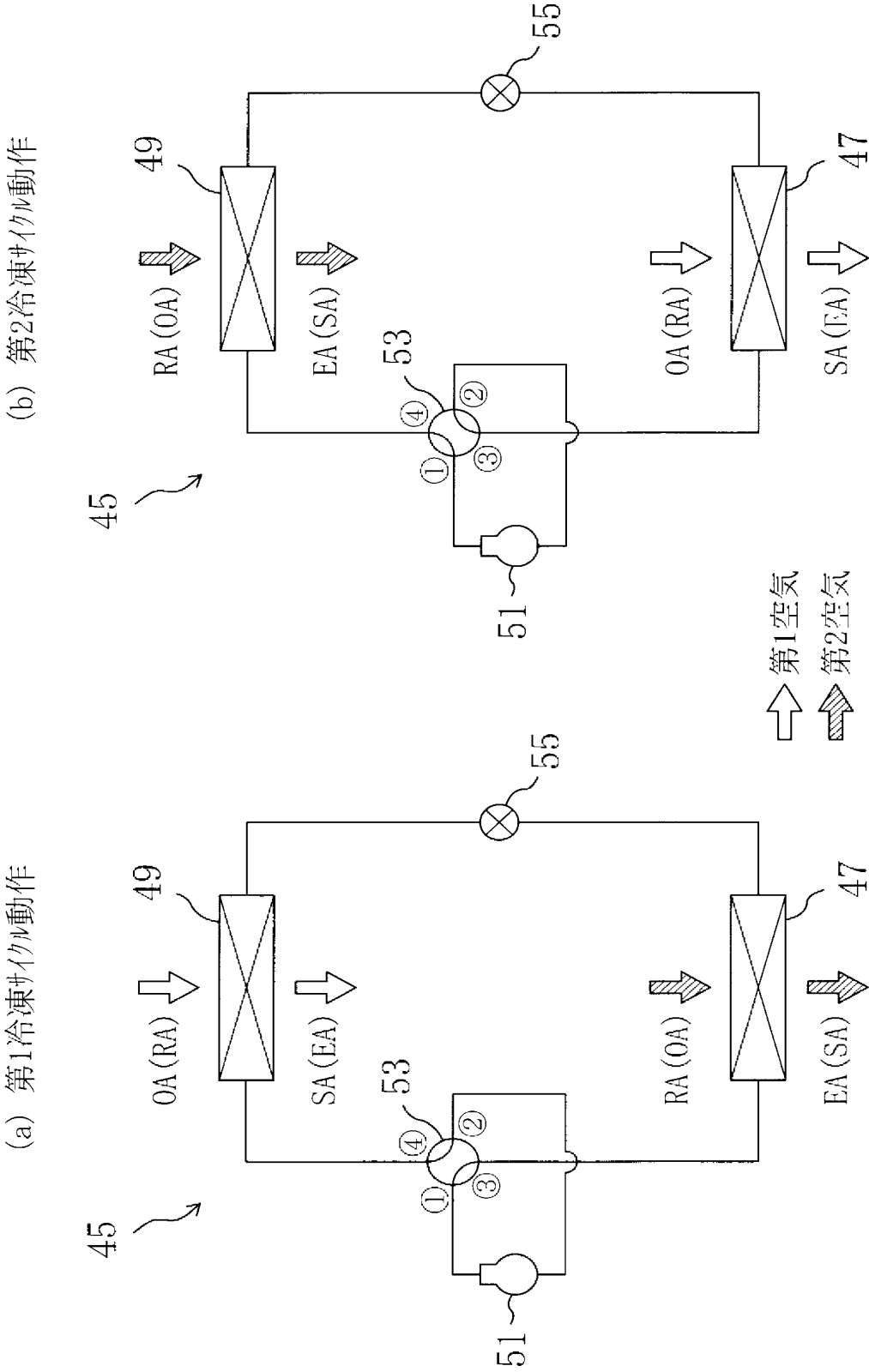
上記吸着剤層(58)は、厚さ $t$ (mm)が0.05mm以上で且つ0.5mm以下である

ことを特徴とする熱交換器。

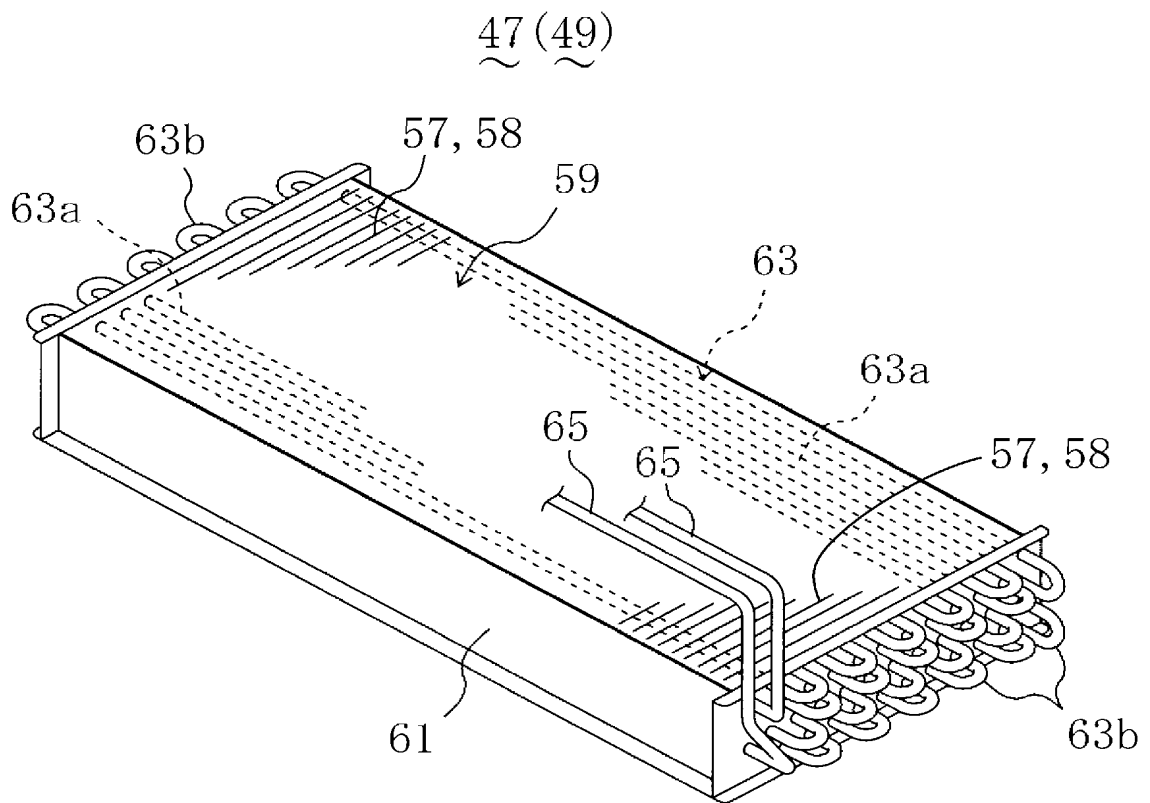
[図1]



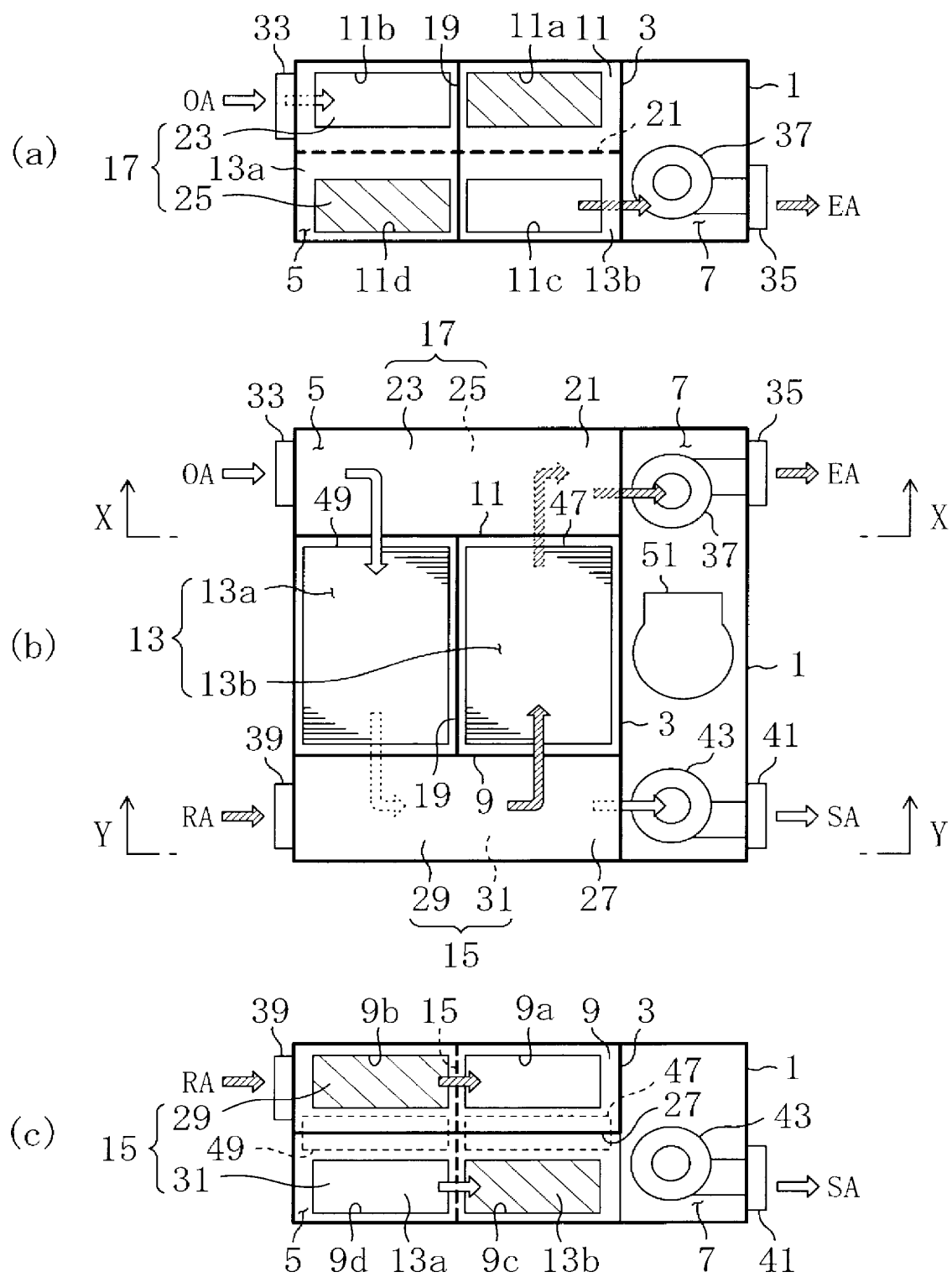
[図2]



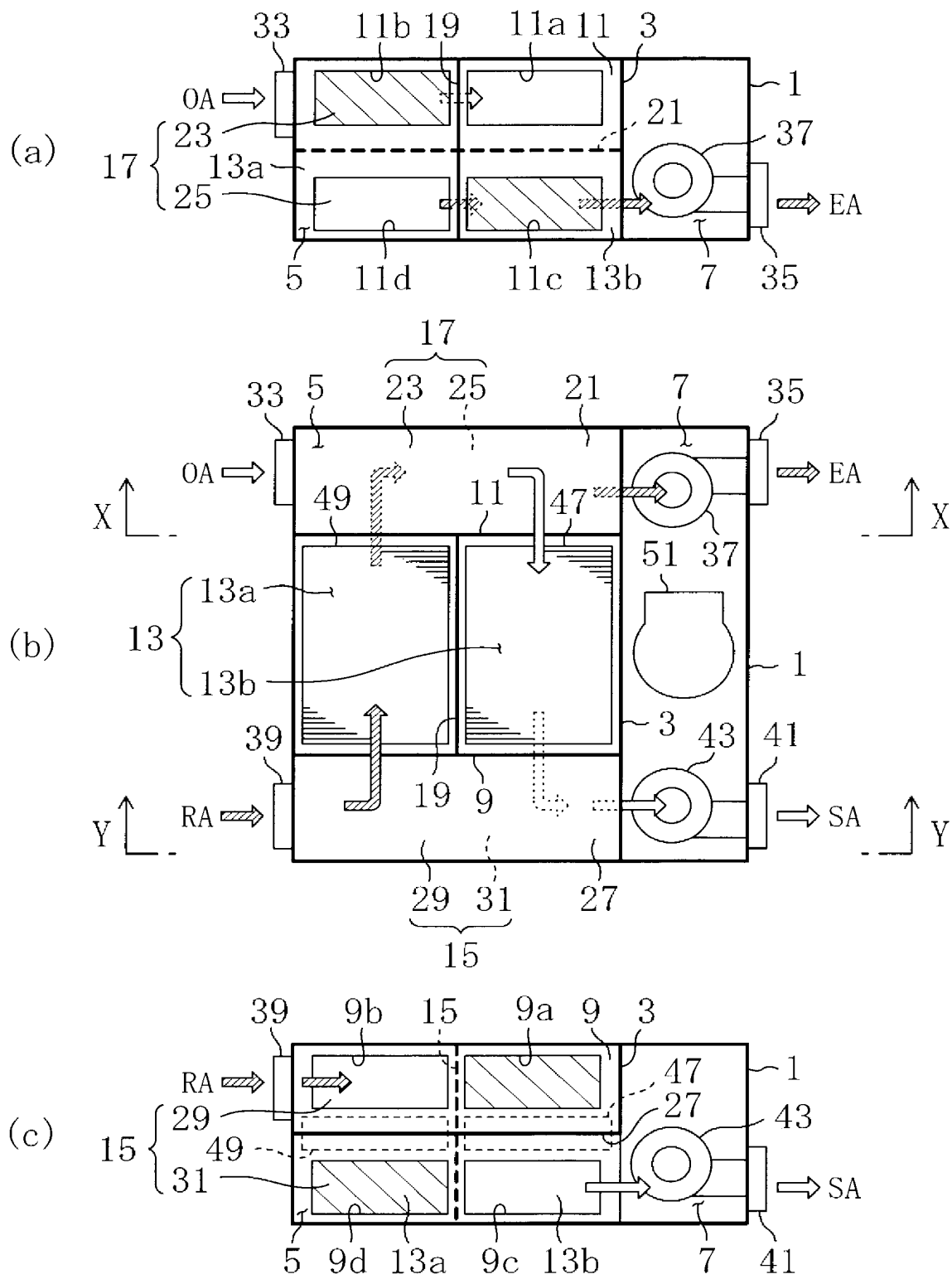
[図3]



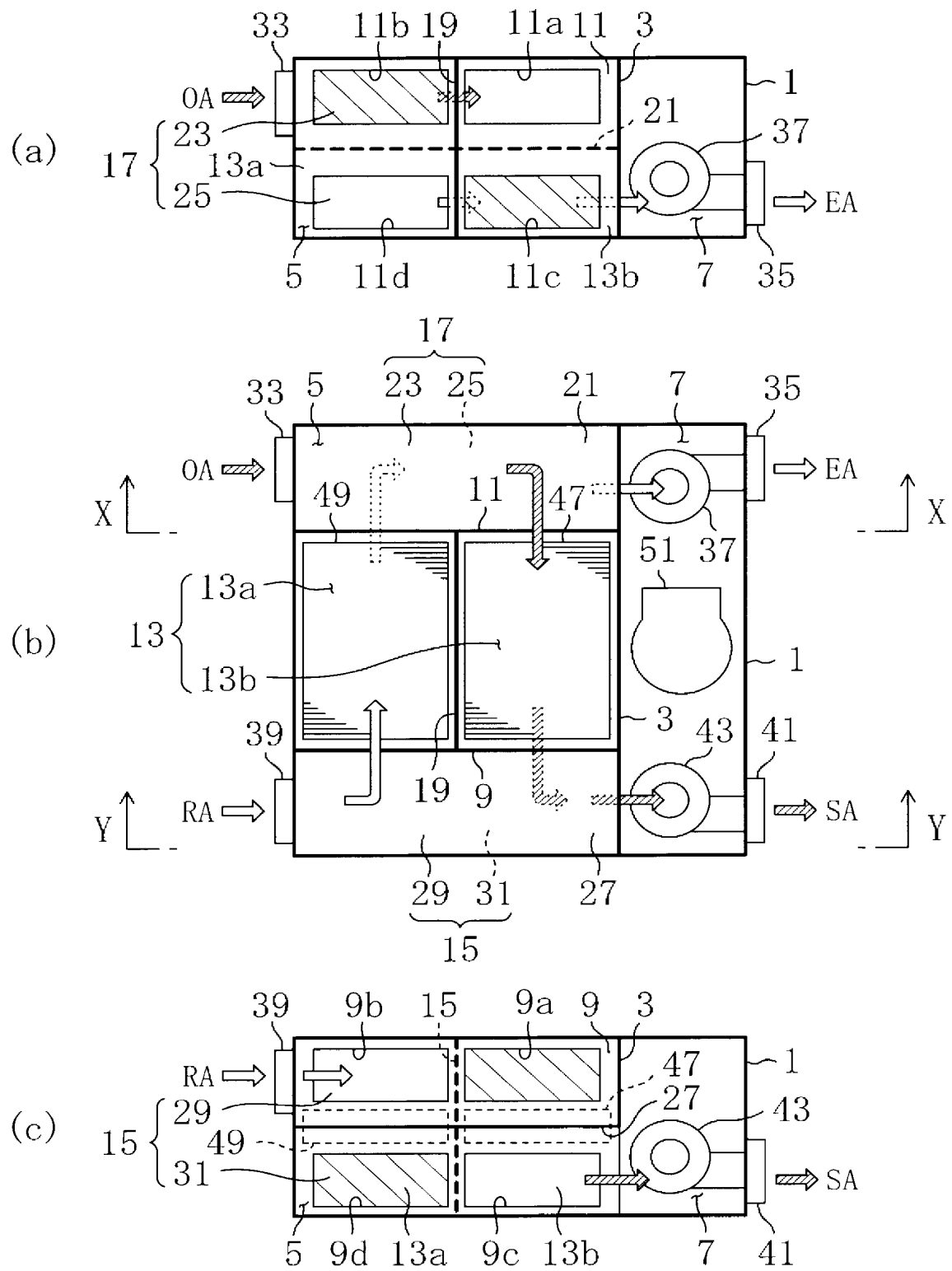
[図4]



[図5]

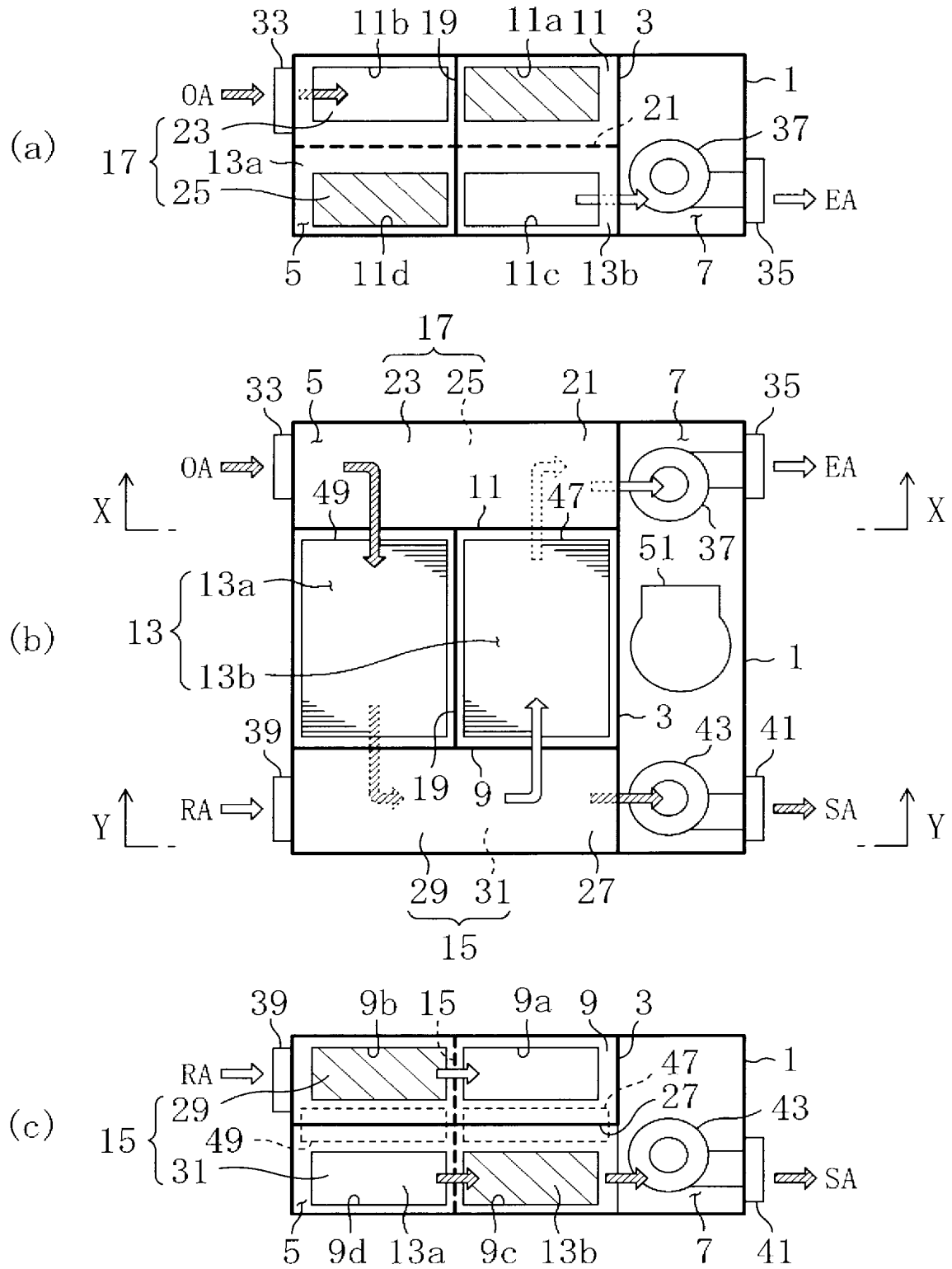


[図6]

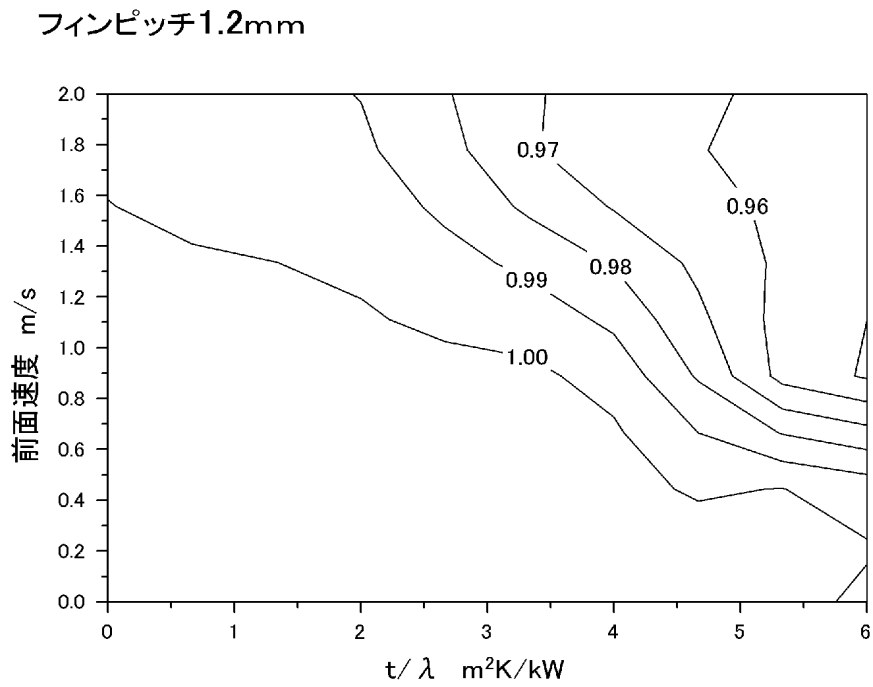




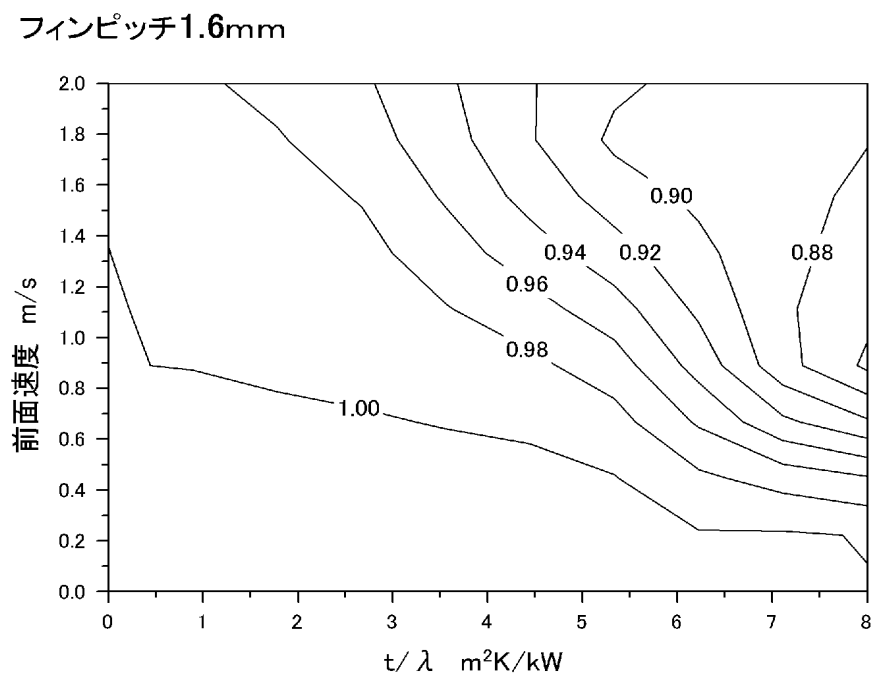
[図7]



[図8]

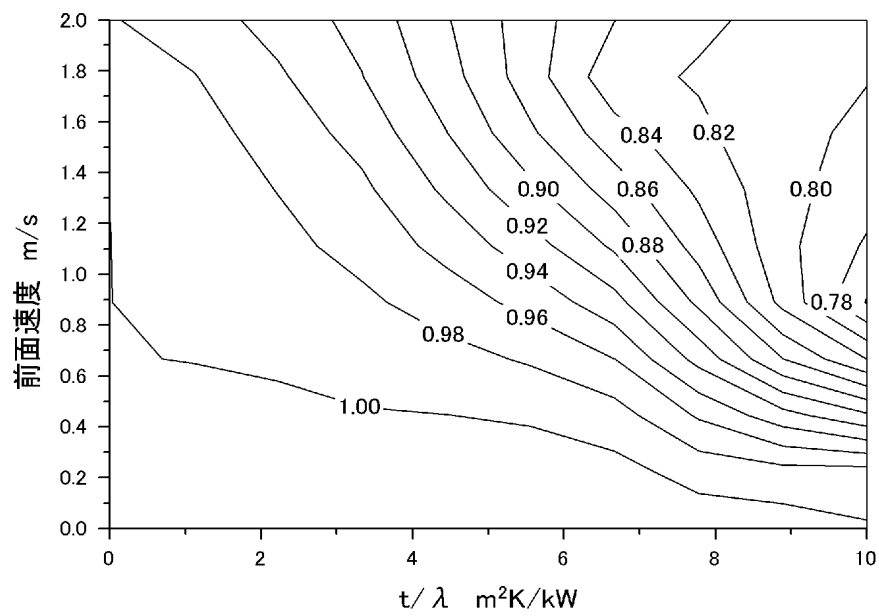


[図9]

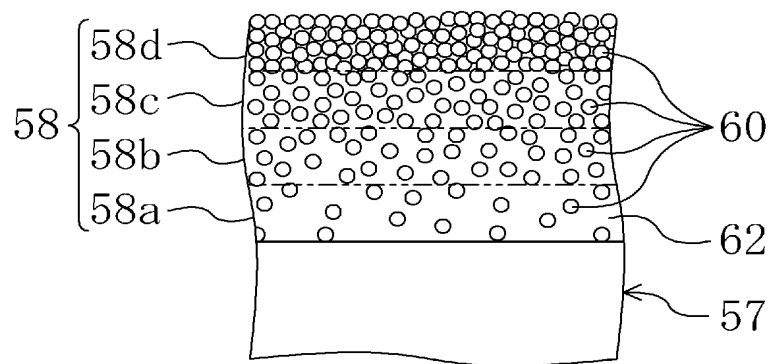


[図10]

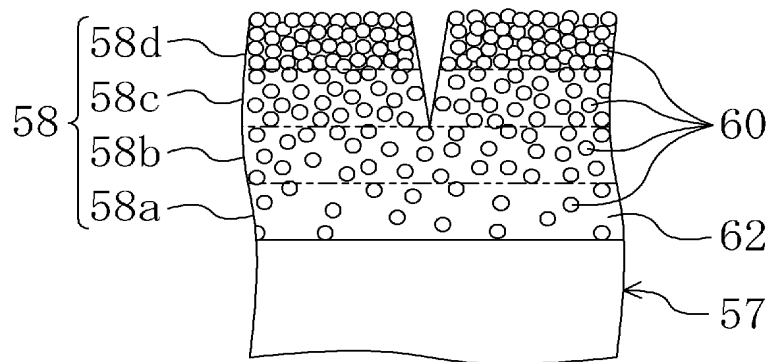
フィンピッチ2.0mm



[図11]



[図12]



[図13]

| 質量配合比           |     | 担持層密着性（初期） | 吸着性能 |
|-----------------|-----|------------|------|
| 水エマルジョン<br>バインダ | 吸着剤 |            |      |
| 1               | 1   | ◎          | ×    |
| 1               | 3   | ◎          | ○    |
| 1               | 5   | ◎          | ◎    |
| 1               | 8   | ◎          | ◎    |
| 1               | 10  | ○          | ◎    |
| 1               | 15  | ×          | —    |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/005963

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> F28F13/18, B01D53/26, F24F3/147

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> F28F13/18, B01D53/26, F24F3/147

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2005 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2005 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2005 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X<br>A    | JP 08-200876 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.),<br>06 August, 1996 (06.08.96),<br>Par. Nos. [0018] to [0035]; Fig. 1<br>(Family: none) | 1-11, 16-18<br>12-15  |
| A         | JP 08-313105 A (Nippondenso Co., Ltd.),<br>29 November, 1996 (29.11.96),<br>Par. Nos. [0016] to [0051]; Fig. 3<br>(Family: none)           | 12-15                 |
| A         | JP 08-271085 A (Nippondenso Co., Ltd.),<br>18 October, 1996 (18.10.96),<br>Par. Nos. [0018] to [0041]; Fig. 1<br>(Family: none)            | 12-15                 |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 July, 2005 (15.07.05)

Date of mailing of the international search report

02 August, 2005 (02.08.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl.<sup>7</sup> F28F13/18, B01D53/26, F24F3/147

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl.<sup>7</sup> F28F13/18, B01D53/26, F24F3/147

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2005年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2005年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2005年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                      | 関連する<br>請求の範囲の番号     |
|-----------------|--|----------------------|
| X<br>A          | JP 08-200876 A (三菱重工業株式会社) 1996. 08. 06, 段落【0018】-【0035】, 図1 (ファミリーなし) | 1-11, 16-18<br>12-15 |
| A               | JP 08-313105 A (日本電装株式会社) 1996. 11. 29, 段落【0016】-【0051】, 図3 (ファミリーなし)  | 12-15                |
| A               | JP 08-271085 A (日本電装株式会社) 1996. 10. 18, 段落【0018】-【0041】, 図1 (ファミリーなし)  | 12-15                |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15. 07. 2005

国際調査報告の発送日

02. 8. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

神崎 孝之

3M

9037

電話番号 03-3581-1101 内線 3377